Aus der chirurgischen Abteilung
(Leiter: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Rudolf S t e l l m a c h)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Ewald H a r n d t)

DIE BEDEUTUNG DER BIßFLÜGELFILMPROJEKTIONEN FÜR DIE RÖNTGENDIAGNOSTIK DER INTERDENTALBEREICHE.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Christian Keller
aus Bolkenhain

1968

Aus der chirurgischen Abteilung
(Leiter: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Rudolf S t e l l m a c h)
der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
der Freien Universität Berlin
(Direktor: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Ewald H a r n d t)

DIE BEDEUTUNG DER BIßFLÜGELFILMPROJEKTIONEN FÜR DIE RÖNTGENDIAGNOSTIK DER INTERDENTALBEREICHE.

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
Erlangung der zahnmedizinischen Doktorwürde
an der
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Christian Keller
aus Bolkenhain

Dekan: Professor Dr.med. Hans Heinz N a u m a n n

Referent: Professor Dr.med.dent. Werner H i e l s c h e r

Korreferent: Professor Dr.med.Dr.med.dent. Rudolf S t e l l m a c h

UNIV. LEIDEN BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 5. I2. 68

Inhaltsübersicht:

EINLEITUNG

ALLGEMEINER TEIL

1. Allgemeines
2. Der Strahlenverlauf in der Vertikalebene
3. Der Strahlenverlauf in der Horizontalebene
4. Wahl der Schwärzungsgrade
5. Die limbale Projektion
6. Die Parallelprojektion
7. Die Bissflügelfilmprojektion
8. Ausblick

SPEZIELLER TEIL

1. Besonderheiten der Anatomie in Bezug auf die Projektion
   a) Form und Verlauf der Abbauprozesse
   b) Der Überstrahlungseffekt an der Margo alveolaris
   c) Die orthoradiale Einstellung
2. Beschreibung der durchgeführten Aufnahmevergleichsuntersuchungen
   a) Die Bissflügelprojektion
   b) Die Rechtwinkeltechnik
   c) Die Halbwinkelmethode nach CIESZYNSKI-DIECK mit limbaler Einstellung

KASUISTIK

DISKUSSION

ZUSAMMENFASSUNG

LITERATURÜBERSICHT

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552710_0059

E I N L E I T U N G

Die Röntgendiagnostik in dem Interdentalbereich ist hauptsächlich auf die Abbauvorgänge des hier lokalisierten Knochens und auf die frühzeitige Erkennung der Substanzdefekte an den Approximalflächen der Zähne abgezielt.

Dabei gilt es prinzipiell, möglichst flache Strahlenführungen und herabgesetzte Schwärzungsgrade anzuwenden, um so das regelrechte Außmaß des Knochenabbaues darzustellen und die Überstrahlungseffekte in den limbalen Regionen weitgehend ausschließen zu können.

Als geeignete Röntgenuntersuchungsmethoden sind darum alle flachen Strahlenführungen anzusehen. Bei den Bißflügelfilmprojektionen sind die Objekt-Filmdistanzen im Oberkiefer geringer als bei den Parallelaufnahmen, weil eine annähernd parallele Filmlagerung zur Zahnachsenebene (wie sie beispielsweise die Rechtwinkeltechnik verlangt) immer nur durch das Abrücken des Filmes zu erreichen ist, sofern man nicht grundsätzlich auf die gleichzeitige Abbildung der apikalen Abschnitte verzichtet.

Bei der Durchsicht des einschlägigen Schrifttums fällt es auf, daß die limbale Strahlenführung der Halbwinkeltechnik nur selten Erwähnung findet. Die Parallelprojektionen werden kaum viel günstiger beurteilt, so daß der Eindruck entstehen muß, daß allein die fast allerorts hergestellten Bißflügelaufnahmen eine optimale Beurteilung der Objektdetails in den limbalen Partien ermöglichen.

Da solche Ansichten mit den in der Röntgenabteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten (Freie Universität Berlin) gemachten Erfahrungen jedoch

nicht in Einklang zu bringen sind, hat es sich aufgedrängt, anhand ausreichender Serien- und Vergleichsuntersuchungen die Ursachen dieser Einschätzung ausfindig zu machen, sowie die Vor- und Nachteile aller Verfahren unter alleiniger Berücksichtigung der knöchernen Abbauprozesse gegenüberzustellen und zu diskutieren, um schließlich den Wert der Aufnahmemethoden richtig abwägen und einen entsprechenden Wegweiser für die bestgeeignete Untersuchungsmethode geben zu können.

A L L G E M E I N E R T E I L

1. Allgemeines:

Für die optimale Darstellung der Interdentalbereiche sind neben der Bißflügelprojektion auch schon die limbalen Einstellungen der CIESZYNSKI-Methode (1) und alle Parallelmethoden empfohlen worden. Letztere unterscheiden sich durch die geforderten Strahlenführungen oder durch die mannigfaltigen Möglichkeiten der Filmfixierung, die einerseits durch den Zusammenbiß unter Zuhilfenahme variabler Aufbißeinrichtungen und andererseits mittels eines Filmhalters erreicht werden können.

Im Rahmen der durchzuführenden Vergleichsuntersuchungen wird man neben den oben erwähnten Methoden vor allem auch die in der Klinik vorzugsweise angewendete Rechtwinkeltechnik zu überprüfen haben, deren Prinzip dadurch gekennzeichnet ist, daß der Zentralstrahl grundsätzlich 2 cm oberhalb des unteren Filmrandes im Winkel von 90° auf die Mitte der Bildebene trifft. Ein abgewinkelter Filmhalter kann gleichzeitig als Zielstab dienen, da er die Verlaufsrichtung des Achsenstrahls angibt. Die parallele Filmlagerung ist bei geöffnetem Mund gut zu kontrollieren.

2. Der Strahlenverlauf in der Vertikalebene:

Bei der vertikalen Einstellung sind drei mögliche Projektionen, die durch Änderung der Tubusstellung in der Vertikalebene erreicht werden, zu unterscheiden:

1. die axiale Projektion,
2. die apikale Projektion und
3. die limbale Projektion.

1. Eine exakte axiale Projektion verlangt, daß der Zentralstrahl in der Richtung der Zahnachse verläuft.

Im Oberkiefer wird die halbaxiale Einstellung (besonders großer vertikaler Winkel!) deswegen bevorzugt, weil hierbei die Belichtungszeiten beiläufig beibehalten werden können. Die Überlagerungen der kranialen Knochenbereiche, die bei axialer Strahlenführung regelmäßig wichtige Details verdecken, kommen niemals störend ins Bild. Im übrigen ist die Lageinformation sicherlich zuverlässiger, wenn die Objekte in senkrechter Ansicht (Achsenstrahl verläuft im Winkel von 90° zur Filmebene im Aufbiß) zur Abbildung gelangen.

2. Der apikalen Projektion liegt die Isometrieregel nach CIESZYNSKI (1) zu Grunde. Hierbei muß der Zentralstrahl senkrecht auf die Winkelhalbierende des Winkels, der aus der Zahnachse und der Filmebene gebildet wird, verlaufen und außerdem auf den Apex des Zahnes gerichtet werden.

3. Wird bei gleicher Filmlage der vertikale Einstellwinkel verkleinert, ist die limbale Projektion erreicht, sofern der Achsenstrahl durch die Region der interdentalen Septen, etwa in Höhe des Limbus alveolaris, verläuft.

Untersuchungen von FRÖHLICH (2), HARNDT (5), HIELSCHER (7) und SCHULTE (23) haben ergeben, daß senkrecht zur Zahnachsenebene verlaufende Strahlenführungen die Lagebeziehungen der abgebauten Interdentalsepten zur Schmelzzementgrenze am zuverlässigsten zeigen. Übereinstimmend wird aber auch darauf hingewiesen, daß Täuschungsmöglichkeiten dadurch entstehen können, daß Substanzeinbußen in Abhängigkeit ihres Ausmaßes und ihrer Lokalisation unter Umständen keine Schattenintensitätsabstufungen bewirken müssen, so daß man fälschlicherweise

einen unveränderten Interdentalbereich vor sich zu haben glaubt.

Da unter bestimmten und noch näher zu erörternden Voraussetzungen, aber andererseits auch dünnere Septumanteile keine Zeichnung hinterlassen müssen, und da bei kranial-exzentrischer Projektion bukkale Anteile projektivisch wechselnd in der Richtung zur Zahnkrone verschoben werden können, sind natürlich auch entgegengesetzt gerichtete Bildbeeinflußungen zu erwägen und nach Möglichkeit auszuschließen. Diese Tatsache ist für die Diagnostik und besonders für die bestehenden begrenzten Möglichkeiten von Bedeutung.

3. Der Strahlenverlauf in der Horizontalebene:

Ausnahmslos wird die "orthoradiale Einstellung" gefordert. Sie ist exakt dadurch definiert, daß der Zentralstrahl senkrecht auf die Tangente zu führen ist, die man sich an die betreffende Stelle des Zahnbogens angelegt denken kann.
Wird von dieser allein zutreffenden Definition ausgegangen, dann ergibt sich auf Grund der Verlaufsrichtung der Approximalflächen und des divergenten Strahlenverlaufs, daß orthoradial niemals "entlang der Seitenflächen des Zahnes" bedeuten kann. Richtig ist vielmehr, daß der Zentralstrahl nur immer zu einer Seitenfläche "orthograd" gerichtet sein kann. Deshalb werden auch niemals gleichzeitig für beide Seiten ideale Projektionssituationen bestehen. Die anatomische Gestaltung der Zähne und deren Lage im Kiefer bewirken für die einzelnen Zahngruppen äußerst variable Aufnahmebedingungen. Sie sind im Frontzahnbereich am günstigsten und im oberen Molarenbereich am ungünstigsten. Um hier projektionstechnische Fehlerquellen zu vermeiden, bedarf es noch einer eingehenden Erörterung der abschnittsweise wechselnden Bildbeeinflußungen.

4. Wahl der Schwärzungsgrade:

Bekanntermaßen kommt es bei den auf die optimale Darstellung der apikalen Region abgezielten Belichtungszeiten vor allem in den Frontzahnbereichen zu Überstrahlungseffekten.
Die daraus resultierenden Zahnhalstransparenzbänder sind in kranio-kaudaler Ausdehnung unterschiedlich breit.
Bildbeeinflußend wirken vor allem die Ausmessungen der Septumanteile in der Strahlenrichtung und die Belichtungszeit, die bei den heutzutage fast ausschließlich hergestellten unregulierbaren Dental-Röntgengeräten allein die Schwärzungsgrade bestimmt. Deshalb ist es auch im Rahmen dieser Untersuchungen nicht angezeigt, Aufnahmebedingungen zu überprüfen, die nirgendwo Anwendung finden. Der Vorteil, der sich aus der Variation der Aufnahmedaten ergeben hat, ist nach den wohl allenthalben gemachten Erfahrungen nicht so zum Tragen gekommen, da sich die praktisch tätigen Zahnärzte eher für die einfach anwendbaren Geräte und den geringeren Zeitaufwand entschieden haben. Dessen ungeachtet würde man mit den fallweise zu variierenden Aufnahmedaten selbstredend viel bessere Voraussetzungen für eine optimale Objektwiedergabe in den Interdentalbezirken erreichen.

Will man nun die Überstrahlungen weitgehend reduzieren, dann werden verringerte Belichtungszeiten und die Strahlenführungen sowie die bei den einzelnen Methoden vorliegenden Abstandsbedingungen, entsprechend einzurichten sein.
Die unterschiedlichen Gestaltungen der interdentalen Septen in den jeweiligen Kieferabschnitten machen es erforderlich, für jede Kieferpartie gesondert die bestmöglichen Aufnahmebedingungen vorzustellen.

Um die zarten Knochenanteile des Limbus alveolaris bei den oberen und unteren Molaren oral, vestibulär und interdental optimal abbilden zu können, sind auf Grund der von NOTTELMANN (17) durchgeführten Serienuntersuchungen zwei Aufnahmen erforderlich:

1. eine unterbelichtete zur Darstellung des Interdentalen-Septums und
2. eine stärker belichtete zur Wiedergabe der oralen und vestibulären Anteile.

In allen anderen Abschnitten des Kiefers ("besonders im unteren Frontzahnbereich") wird mit der unterbelichteten Aufnahme eine gute Detailerkennbarkeit erzielt.

Die zahlreichen Täuschungsmöglichkeiten über das Ausmaß der Substanzdefekte im Interdentalbereich resultieren aus überbelichteten Aufnahmen, bei denen dann die zarten überstrahlten Knochenanteile als Einbuße diagnostiziert werden. Vergleichende Untersuchungen von HARNDT (6), NOSSEK (16), HIELSCHER (9) und KEMPFLE (12) haben ergeben, daß die herabgesetzten Belichtungszeiten durch die verbesserte Darstellung der Abbauprozesse in den Interdentalbezirken optimale diagnostische Voraussetzungen erbringen.

5. Die limbale Projektion:

In Abwandlung der Strahlenführung bei der Halbwinkelmethode wird bei der limbalen Einstellung der Zentralstrahl lediglich auf den Limbus alveolaris gerichtet.
Bei dieser Aufnahmetechnik ist die Belichtungszeit prinzipiell zu verringern, da sonst Überstrahlungen im Interdentalbereich unausbleiblich sind.

Zur besseren Diagnostik eines pathologischen Geschehens im limbalen Bereich fordert FRÖHLICH (3), daß der Zentralstrahl in Höhe und parallel zur "Aufbauebene" verläuft. Ihre Ausmessungen in der Strahlenrichtung müssen groß genug sein, damit Schattenintensitätsabstufungen zu erwarten sind.

Verständlicherweise sind solche Forderungen schon deshalb nicht zu erfüllen, weil man bekanntlich erst mit der Röntgenuntersuchung die Abbauebene und deren einheitliche oder vielfach stark wechselnde Verlaufsrichtung in den einzelnen Zahnabschnitten bestimmen kann.

6. Die Parallelprojektion:

Das Prinzipielle aller Parallelaufnahmemethoden besteht darin, daß der Film gegenüber dem Objekt aufgerichtet wird, um eine weitgehende Parallelität zwischen beiden zu erreichen.
Schon das Einlegen einer Watterolle Le MASTER (13) zeigt das Bestreben bei intraoralen Röntgenaufnahmen im Seitenzahnbereich des Oberkiefers eine annähernd parallele Lagerung des Films zu erhalten.
Die von HIELSCHER (7) als Rechtwinkeltechnik beschriebene Aufnahmemethode berücksichtigt die geforderten Voraussetzungen. Sie schließt darüber hinaus mehrere aufnahmetechnische Vorzüge ein:

1. der Film liegt annähernd parallel zum Aufnahmeobjekt,
2. der Zentralstrahl trifft immer senkrecht auf den Film,
3. der Filmhalter wird auf den abzubildenden Zahn gerichtet und dient somit als Zielstab.

Doch beinhaltet die Rechtwinkeltechnik auch Nachteile:

1. bei flachem Gaumen ist es ohne Einstellungsvariationen nicht möglich, die Apices der Zähne komplett abzubilden.
2. durch die vergrößerten Fokus-Objekt und Objekt-Filmabstände müssen die Belichtungszeiten heraufgesetzt werden.

Im Hinblick auf die Darstellung der limbalen Region kann die Rechtwinkeltechnik so angewendet werden, daß der Film parallel zum Zahn verläuft. Durch die hochempfindlichen Super-Dozahnfilme wird der Nachteil der verlängerten Belichtungszeit weitgehend kompensiert.

Der Vorzug der Rechtwinkeltechnik für die Darstellung des interdentalen Knochenbereiches läßt sich aus der Abbildung 1 ablesen.

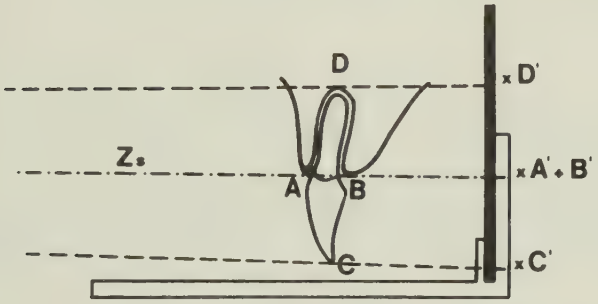


Abb. 1:
Projektionsskizze für die Darstellung der limbalen Region mit der Rechtwinkeltechnik.

Zeichenerklärung:

A	= vestibulärer Limbus	xA	= Abbildung des vestibulären Limbus auf dem Film
B	= oraler Limbus	xB	= Abbildung des oralen Limbus auf dem Film
C	= Kronenspitze	xC	= Abbildung der Kronenspitze auf dem Film
D	= Wurzelspitze	xD	= Abbildung der Wurzelspitze auf dem Film
Zs	= Zentralstrahl		

(Der orale (B) und vestibuläre (A) Limbus werden in der Abbildung 1 übereinander projiziert, projektionsbedingte Verschiebungen dieser Ränder im Röntgenbild resultieren vorwiegend aus den variablen Abstandsverhältnissen in den verschiedenen Limbalbereichen, sofern nicht beide Anteile exakt in der Strahlenrichtung liegen.)

Auf die Überlegenheit der Parallelverfahren für die Darstellung des Limbus alveolaris weist besonders SCHULTE (23) hin. Er kommt zu dem Ergebnis, daß bei der Halbwinkelmethode infolge der unzureichend kontrollierbaren Bestimmung des Winkels, den die Zahnachse und der Film bilden, zwangsläufig ungenaue Strahlenführungen deswegen zustandekommen, weil die vertikale Röhreneinstellung auf diesen Winkel zu beziehen ist.
Außerdem hängt die Verlängerung "von Masse und Form des Septums" ab, so daß ein beginnender Höhenabbau in diesem Bereich mit der Halbwinkelmethode nach seiner Ansicht nicht zu diagnostizieren ist.
Auch HARNDT (5) vertritt die Ansicht, daß "für Aufnahmen der limbalen Region die Rechtwinkel- bzw. Paralleleinstellung gefordert werden muß".

7. Die Bißflügelfilmprojektion:

Die von RAPER (20) empfohlenen "Bite-wing-films" eignen sich zur Darstellung der oberen und unteren Zahnreihe - im Schlußbiß - einschließlich des Limbus alveolaris auf einem Film und mit einer Belichtung.
Der Film wird mit einer Klebefolie derart versehen, daß sich die Enden der Folie vom breiten unteren sowie oberen Rand kommend auf der dem Objekt zugewendeten Seite des Films treffen und dort zusammengeklebt einen "Flügel" bilden.
Unter angeblicher Kontrolle der gewünschten Parallelität zwischen Film und oberer Zahnreihe wird der Patient angewiesen, den Mund zu schließen. Gleichzeitig wird der Film durch das Ziehen am Flügel der Zahnreihe genähert. Im Schlußbiß soll er sich in der gewünschten Lage befinden.
Der Zentralstrahl wird senkrecht auf die Filmebene gerichtet.

Als Vorzüge dieser Aufnahmetechnik werden

1. die geringe Objekt-Filmentfernung,
2. die parallele Film-Objektlage,
3. der senkrechte Einfall des Zentralstrahles auf die Zahnachsenebene und
4. die herabgesetzte Belichtungszeit genannt.

RAPER (20) geht bei der Empfehlung seiner Methode von folgenden Überlegungen aus:

Eine selbst minutiös durchgeführte klinische Untersuchung endet letztlich im visuellen Gebiet, d.h. dort, wo die Sonde sich dem Auge entzieht, ist eine Diagnose nicht sicher zu stellen. Er verweist auf die enormen Schwierigkeiten, den approximalen Raum klinisch erschöpfend zu untersuchen und empfiehlt aus diesem Grund zur besseren Information die Bißflügelaufnahmen.

So ergeben sich für diese Aufnahmemethode folgende Indikationen:

1. die Erkennung der Approximal- und Sekundärkaries,
2. die Kontrolle der Kronen- und Füllungsränder und
3. die Erkennung der pathologischen Abänderung im Interdentalbereich sowie am Limbus alveolaris.

Ergänzend sei erwähnt, daß CIESZYNSKI (1) im Jahre 1907 einen vom Patienten gehaltenen "Universalfilmhalter" konstruiert hat, der es ermöglicht "beide Zahnreihen in ihrer gegenseitigen Bißstellung aufzunehmen". Die besondere Bedeutung der Methode liegt in der Darstellung der Zahnhalspartien bei Erkrankungen des Parodontiums und in der auf die Hälfte reduzierten Anzahl der Aufnahmen. "Diese Metnode hat RAPER (1925) insoweit modifiziert, als er anstatt des Filmhalters einen Leukoplaststreifen (Filmbund) zwischen die Zahnreihen schiebt" CIESZYNSKI (1).

Auch nach SONNABEND (24) ist eine Behandlung der marginalen Parodontopathien sowie der Parodontose ohne Bißflügelprojektionen undenkbar. Um optimale Informationen zu erhalten, sollen nach ihm, die Paralleltechnik der Bißflügelaufnahmen wegen der "annähernd horizontalen Projektion auf die Kauebene des aufzunehmenden Kiefers" und wegen der gleichzeitigen Darstellung beider Zahnreihen die überragende Untersuchungsmethode sein. Weiterhin verweist er auf die strenge Einhaltung einer orthoradialen Einstellung. Er ist der Meinung, daß nur "zwei oder drei" approximale Räume überlagerungsfrei darzustellen sind. Aus diesem Grund sollen die 3 x 4 und 4 x 5 Filme ungeeignet sein. Bißflügelaufnahmen der Frontzähne sind nach SONNABEND (24) nicht erforderlich, da in diesem gut zugänglichem Gebiet die klinische Untersuchung ausreicht.

Wenn allerdings Röntgenaufnahmen notwendig werden, dann soll nach seiner Auffassung auch hier der Bißflügelfilm das diagnostische Optimum erbringen.

In einer späteren Veröffentlichung verzichtet SONNABEND (25) wegen der mangelhaften Ergebnisse auf diese Aufnahmemethode im Frontzahnbereich und empfiehlt die limbale Projektion ohne jeglichen Filmhalter.

Im Seitenzahnbereich sollen Bißflügelfilme deswegen das derzeitige Mittel der Wahl sein, da sich die Rechtwinkel- sowie Paralleleinstellung nicht durchsetzen konnten.

Der Parodontosestatus besteht nach SONNABEND (25) aus vier Bißflügelaufnahmen des anterioren und posterioren Seitenzahnbereiches, sowie aus drei Aufnahmen der oberen und unteren Frontzahnregion mit limbaler Einstellung.
"Mit diesem Parodontal-Bißflügelstatus erfülle ich mit einfachen Mitteln die erste und wesentlichste Forderung nach einer guten Projektion des marginal veränderten Bereiches, erkenne Form und Umfang des Abbaues, ermittle lokale Reiz-

faktoren, erfasse versteckte Karies und gewinne einen Überblick über das Gebiß, wobei auch die meisten pulpentoten Zähne anzusprechen sind" SONNABEND (25).

Auch v. RECKOW (21) verweist auf die Notwendigkeit der Röntgenbildauswertung in der Parodontosebehandlung. Er empfiehlt ebenso den Bißflügelfilm, der sich aber nach seiner Auffassung in Deutschland aus folgenden Gründen nicht durchgesetzt hat:

1. bei einem starken Höhenabbau ist der Film in axialer Richtung oft zu kurz, und
2. erbringen derartige Aufnahmen im Frontzahnbereich unbefriedigende Ergebnisse.

Die Halbwinkelmethode nach CIESZYNSKI (1) lehnt er für den Frontzahnbereich grundsätzlich ab, da ein plan anliegender, nicht durchgebogener Film praktisch nicht zu applizieren ist. v. RECKOW (21) benutzt für die Aufnahmen des oberen und unteren Frontzahnbereiches einen Korkfilmhalter, der ein weitgehendes Abrücken des Filmes von den Zähnen ermöglicht, also eine annähernde Parallelstellung des Filmes zum Objekt gewährleistet und lenkt den Zentralstrahl senkrecht zu Filmebene und Zahnachse auf den marginalen Rand des Alveolarfortsatzes. Eine weitere Indikationsstellung der Bißflügelaufnahmen im anterioren Seitenzahnbereich ist nach v. RECKOW (22) die Frage der Anlage der acht Praemolaren. Eine erschöpfende Auskunft geben je ein Bißflügelfilm jeder Seite, "nach einem Mehr ist nicht gefragt und so ist die Arbeit rationell".

Nach PARMA (18) bestehen vier Fragestellungen, die durch Bißflügelaufnahmen beantwortet werden können, nämlich:

1. die Untersuchung der Weisheitszähne, da sich dabei der eine Flügel des Film weit nach dorsal schieben läßt, und so eine ausreichende Beantwortung über die Lage der Zähne zu erhalten ist,

2. die Untersuchungen des marginalen Parodontiums der Praemolaren und Molaren,
3. die Untersuchungen der approximalen Flächen der Praemolaren und Molaren (Karies, Füllungen und Zahnstein) und
4. die Untersuchungen des kindlichen Gebisses.

Im Frontzahnbereich verzichtet PARMA (18) auf diese Aufnahmen, da hierbei immer eine besonders intensive "Verzeichnung" einer Zahnreihe auftritt.

Obwohl schon diese Methode vor 35 Jahren entwickelt worden ist, hat sie sich bis heute nicht durchsetzen können. Dieser Mangel basiert nach TILL JUNG (10) auf dem "Fehlen der Spezialfilme, die sehr oft als Voraussetzungen für diese Technik angegeben werden". Die Erkennung der Karies an besonders unübersichtlichen Stellen (Approximalflächen) wird durch Bißflügelaufnahmen wesentlich erleichtert und liefert in Bezug auf die Fragestellung überdurchschnittliche Ergebnisse. TILL JUNG (10). Die Forderung nach orthoradialer Einstellung wird erhoben, "in vielen Fällen ist übrigens trotz oder manchmal sogar gerade durch die Übereinanderprojektion der Befund mit Sicherheit zu erheben" TILL JUNG (10).

8. Ausblick:

Die Frage nach einer optimalen Darstellung des Limbus alveolaris, sowie der dort anzutreffenden Abbauprozesse wird von den verschiedenen Autoren mit unterschiedlichen Hinweisen auf die beste Projektion beantwortet.

Nach eingehendem Literaturstudium haben sich folgende "Projektionsempfehlungen" herauskristallisiert:

Die Forderung nach Bite-wing-films wird von RAPER (20), CIESZYNSKI (1), SONNABEND (24), v.RECKOW (21) und PARMA (18) erhoben, wobei keiner der Autoren einen Hinweis auf unterschiedliche Schwärzungsgrade gibt.
FRÖHLICH (2) und NOSSEK (16) weisen auf die limbale Projektion hin, aber nur NOSSEK (16) fordert herabgesetzte Belichtungszeiten. Die Parallelaufnahmemethode wird von FRÖHLICH (2), HANRDT (5), HIELSCHER (8) und SCHULTE (23) besonders herausgestellt.

Für eine Kombination der erwähnten Aufnahmemöglichkeiten sprechen sich SONNABEND (24) (Bißflügelfilme im Seitenzahnbereich und Limbalprojektion im Frontzahnbereich ohne Filmhalter) und v. RECKOW (21) (ebenfalls Bite-wing-films im Seitenzahnbereich, jedoch Parallelaufnahmeverfahren mit Filmhalter im Frontzahnbereich) aus.

Es soll nicht unerwähnt bleiben, daß HIELSCHER (7), NOTTELMANN (17) und KEMPFLE (12) prinzipiell herabgesetzte Belichtungszeiten zur besseren Darstellung des Limbus alveolaris für unerläßlich halten. Eine exakte Zahlenangabe der absoluten Belichtungswerte wird nur von NOTTELMANN (17) gegeben.

Diese Aussagen bildeten die Grundlagen der eigenen Untersuchungen.

S P E Z I E L L E R T E I L

I. Besonderheiten der Anatomie in Bezug auf die Projektion.

a) Form und Verlauf der Abbauprozesse

Bei der Durchsicht des einschlägigen Schrifttums fällt auf, daß die Autoren um eine Terminologie der marginalen Parodontopathien bemüht sind, die der Aussagekraft des Röntgenbildes entspricht.

Der Begriff der Alveolarpyorrhoe wurde lange Zeit als Standarddiagnose für sämtliche pathologische Geschehen am Margo alveolaris angesehen.
Schon 1914 forderte WESKI (26) in diesem Zusammenhang eine genaue röntgenologische Untersuchung des paradentalen Knochens, um diese Diagnose zu sichern. Er war der Meinung, daß die Alveolarpyorrhoe in ein System verwandter Krankheitem einzuordnen wäre, das nach röntgenologischen Gesichtspunkten aufgebaut ist. Er wollte diesen Terminus aus dem zahnärztlichen Sprachschatz entfernt wissen, da er das Symptom der Eiterung im Hinblick auf die Pathogenese der Krankheit für nebensächlich hielt.

Als Charakteristikum der chronisch-marginalen Erkrankungen des Alveolarfortsatzes betrachtet WESKI (26) die röntgenologisch nachweisbare "Knochenatrophie", bei der er zwischen Horizontal- und Vertikalatrophie unterscheidet. Die Horizontalatrophie war seiner Definition zufolge "ein Schwund des Knochens, welcher parallel zu dem normalen Ansatz des Alveolarknochens an dem Zahnkörper nach der Tiefe zu erfolgt".
Unter Vertikalatrophie verstand er "die Art der Knochen-

atrophie, welche vom Alveolarrand aus parallel zum Zahn in die Tiefe des Alveolarfortsatzes sich ausbreitet". WESKI (27) unterscheidet klinisch-röntgenologisch folgende Gruppen:

I Atrophia paradentii marginalis totalis
II Atrophia paradentii marginalis partalis

1. ohne Taschenvertiefung, mit Horizontalatrophie,
2. mit Taschenvertiefung.

a) supraalveoläre Tasche bei Horizontalatrophie mit Gingivitis ulcerosa interna - pyorrhoeische Form, ohne Gingivitis ulcerosa interna - nicht pyorrhoeische Form,

b) intraalveoläre Tasche bei Vertikalatrophie mit Gingivitis ulcerosa interna - pyorrhoeische Form, ohne Gingivitis ulcerosa interna - nicht pyorrhoeische Form.

Zu I

WESKI (27) bezeichnete diese Form als "totale Atrophie", "weil sowohl paradentale Weichteile als auch der Knochen gleichmäßig geschwunden sind".

Zu II

Die Atrophia paradentii marginalis partialis zeichnet sich "durch einen ungleichmäßigen Schwund von paradentalen Weichteilen einerseits und Knochen andererseits" aus, "so daß das bei der totalen Atrophie gewahrte topographische normale Verhältnis beider Gewebsbestandteile grundlegend verschoben wird".

Zur besseren Abgrenzung der pathologischen Abbauformen benutzt WESKI (27) die klinische Sondierung der Taschen mit Guttapercha-Stiften, unter gleichzeitiger röntgenologischer Kontrolle. Mit dieser Methode können graduelle Unterschiede hinsichtlich der Taschentiefe klinisch und röntgenologisch ermittelt werden.

Zu II 1.

Eine "Horizontalatrophie des Knochens ohne Taschenvertiefung" hat WESKI (27) bei seinen Untersuchungen nie angetroffen.

Zu II 2.

Die zweite Unterform mit "Taschenvertiefung" wird in die schon oben erwähnten Begriffe

Horizontal- und
Vertikalatrophie

unterteilt.

Diese von WESKI geprägten Termini sind in der zahnärztlichen Literatur weit verbreitet. Daß sie als Röntgenbefunde völlig ungeeignet sind, zeigt allein die Definition der Atrophie. Atrophie bedeutet den Schwund oder Volumenabnahme eines Organs oder von Zellen, wobei die Struktur oder der Aufbau erhalten bleibt. Da aber die Aussagekraft eines Röntgenbildes im Sinne dieser Definition nicht ausreicht, sollten diese Begriffe als Röntgenbefunde unbedingt vermieden werden, da sonst die im Röntgenbild gegebenen diagnostischen Möglichkeiten falsch eingeschätzt werden könnten.

1929 sprach sich KANTOROWICZ (11) gegen die von WESKI empfohlenen Begriffe aus und wollte sie durch die deutschen Wörter "Höhenschwund" und Seitenschwund" ersetzt haben.

Schon 9 Jahre früher hat PORDES (19) eine Einteilung der Parodontopathien angestrebt, bei der nichts über die Ätiologie und den Verlauf der Erkrankung ausgesagt wurde.

Doch erst 1950 kamen HARNDT (5) und später auch FRÖHLICH (3) zu einer sinnvolleren röntgenologischen Nomenklatur. FRÖHLICH (3) spricht sich gegen eine weitere Verwendung der alten Termini aus und begründet das folgendermaßen:

1. Der Abbau am marginalen Parodont kann sowohl von einer rarefizierenden Ostitis als auch von einer Atrophie verursacht sein.
2. Manche Autoren (HÄUPL, LANG (4)) nehmen an, daß es eine Atrophie im Sinne der oben gegebenen Definition am marginalen Parodontium überhaupt nicht gibt.
3. Mit Bestimmtheit kann gesagt werden, daß bei der Vertikalatrophie immer eine rarefizierende Ostitis vorliegt.

Beide Autoren - HARNDT (5) und FRÖHLICH (3) - schlagen als neue Röntgenbefunde "Höhenabbau" und "Seitenabbau" vor.

FRÖHLICH (3) erklärt die neuen Begriffe folgendermaßen:

"Beim Höhenabbau verschiebt sich der Limbus alveolaris apicalwärts in Ebenen, die rechtwinklig zur Zahnachse verlaufen. Der Alveolarrand verliert also seine normale Höhe"
"Beim Seitenabbau bildet der Limbus alveolaris einen spitzen Winkel zur Zahnachse. Dabei kommt es zu einer trichterförmigen Erweiterung des marginalen Periodontalspaltes".

Den Höhenabbau unterteilt FRÖHLICH in einen reinen Höhenabbau und in einen stufenförmigen. Bei der erstgenannten Form sinkt der Limbus alveolaris zirkulär um den Zahn in

Richtung Apex, er liegt also vestibulär, oral und interdental auf gleicher Höhe.
Der Abbau beginnt also immer an der Kuppe des Interdentalseptums, bis dieses die Höhe des paradentalen Knochens erreicht hat. Ein Fehlen der Septumspitze im Röntgenbild ist als Anfangsstadium des Höhenabbaues zu werten.

Bei der Aussage über das Ausmaß des Abbaues soll die anatomische Wurzellänge als Bezugsgröße dienen.
"Sinkt der Rand des Limbus alveolaris nicht zirkulär um den Zahn auf die gleiche Höhe, und bleibt er oral höher als vestibulär oder umgekehrt, so liegt ein stufenförmiger Abbau vor".

Bei der zweiten Grundform der marginalen Parodontopathien, dem Seitenabbau, "handelt es sich um keilförmige, zum Apex gerichtete Defekte" am Limbus. "Der Fundus der Tasche liegt beim Seitenabbau unter dem Niveau des Limbus alveolaris".

Diese Defekte werden als Knochentaschen bezeichnet und sind vielfach nur auf einer Seite des Zahnes zu finden, so daß sie - wenn sie nicht interdental liegen - durch die Überstrahlung des Zahnes auf dem Röntgenbild verdeckt werden. Aus diesem Grunde schließt sich FRÖHLICH (2) den Empfehlungen WESKI's (27) an, diese Taschen mit den Guttapercha-Stiften röntgenologisch darzustellen.

Auch HIELSCHER (9) möchte die Termini - Höhenabbau und Seitenabbau - angewendet wissen, denn nach ihm kommt es bei der Befunderhebung des Röntgenbildes nicht darauf an, "Geschehensabläufe, sondern das Abgreifbare auf dem Röntgenbild" zu deuten. Diese Begriffe bezeichnen in seinem Sinne nur "die Situation im Röntgenbild und beziehen sich nicht auf die Abbaurichtung".

Zur Sytematisierung der Abänderungen am marginalen Parodontium muß die Abzeichnung zur Bezugsgröße gewählt werden. Für alle Höhenabbauprozesse ist das die orale und vestibuläre Limbuslinie unterhalb der Zahnkronen und die Septumlinien.

Es ist am Limbus alveolaris zwischen einem vestibulären, oralen und seitlichen Limbus zu unterscheiden.
Unter der letztgenannten Form ist ein Teil des abgebildeten Interdentalseptums zu verstehen, an dem sich selbstverständlich auch eine orale und vestibuläre Septumlinie markiert.
Die Bezugsgröße für die Seitenabbauprozesse ist der unveränderte Periodontalspalt, der sich als eine Transparenzlinie, die auf der einen Seite durch Schattenverdichtung der Zahnhartsubstanz, andererseits durch die Verdichtungslinie der Innenkortikalis begrenzt ist, abzeichnet.

Die von HIELSCHER (9) angegebenen Definitionen des Höhen- und Seitenabbaues entsprechen denen FRÖHLICH's (3), wenngleich HIELSCHER beim stufenförmigen Höhen- oder Seitenabbau von oraler oder vestibulärer "Stufe" spricht.
Ist nun einer der beiden Anteile weiter abgebaut, so bezeichnet er es als einen treppenförmigen Abbau, hierbei mit dem Begriff der oralen oder vestibulären Treppe.
Die Abbildung 2 aus HIELSCHER (9) veranschaulicht das Beschriebene.

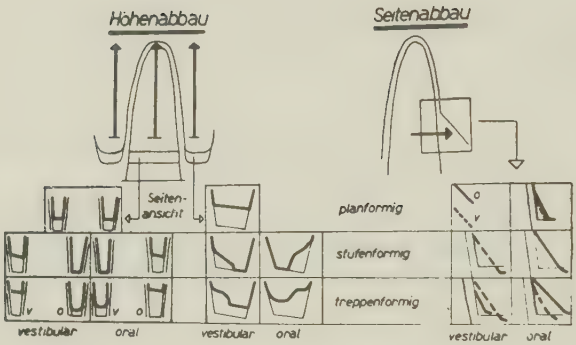


Abb. 2
Systematik der Abbauprozesse aus HIELSCHER (9)

b) Der Überstrahlungseffekt an der Margo alveolaris

Schon im Jahre 1923 hat PARMA (18) auf die Entstehung des Zahnhals-Transparenzbandes hingewiesen und das Zustandekommen dieser Abzeichnung beschrieben; trotzdem wird vielfach die Einziehung der cervicalen Wurzelpartien als Karies oder als Höhenabbau diagnostiziert, obwohl es sich um eine Täuschung handelt.

Der Bezirk der größten Schattenintensitätsabnahme bei der Zahnzeichnung liegt im cervicalen Anteil der Wurzel. Es imponiert einerseits die Schattenverdichtung, hervorgerufen durch Schmelz und Dentin - also der Krone - und andererseits die Wurzelzeichnung, so daß der Bereich des interdentalen Septums und des schon erwähnten cervicalen Anteils der Wurzel, der außerhalb des Knochens liegt, selten eine Detailerkennbarkeit zuläßt. Das Absorptionsvermögen dieses Bereiches ist weitaus geringer, da der Knochen entweder nicht vorhanden ist oder aber durch zu hohe Belichtung in den Randbezirken überstrahlt wird. Durch diese Überstrahlung der marginalen Gebiete wird eine Einziehung der cervicalen Wurzelpartien vorgetäuscht, ebenfalls werden zart auslaufende Septumkuppen nicht zur Abbildung gelangen. Durch die anatomische Form der Wurzel wird sich der Überstrahlungseffekt an der Margo alveolaris als ein konkaves Band (Blickrichtung von der Schneidekante) an den Zähnen darstellen.
Beim Vorhandensein sämtlicher Frontzähne dürften durch die typische Verlaufsrichtung keine Irrtümer entstehen. Zu Fehldiagnosen kann es aber dann kommen, wenn nur ein Zahn zur Abbildung gebracht werden muß, nämlich dann, wenn die eine Seite des Zahnes in der Strahlenrichtung gelegen ist, während die vestibulären Anteile der anderen Seite überstrahlt werden.

Zur Ausschaltung von Fehlurteilen kommt es darauf an, Überstrahlungseffekte zu vermeiden (Arbeiten mit herabgesetzten Schwärzungsgraden) und die Einstellung in der Horizontalebene genau vorzunehmen.

Das Auftreten dieser Überstrahlungseffekte ist vornehmlich auf das Frontzahn - und in geringerem Maße auf das Praemolarengebiet beschränkt, da hier die oral-vestibuläre Ausdehnung der Interdentalsepten geringer ist, als im distalen Bereich des Gebisses.

Sollte aber die Dicke bzw. Dichte der Septen im Strahlenverlauf aus pathologischen Gründen abnehmen, so kommt es selbstverständlich auch im distalen Bezirk zu den beschriebenen Effekten.

Die auf der Grundlage von Überbelichtungen entstandenen Täuschungen treten noch deutlicher hervor, wenn im Kronenbereich die intensive Schattenverdichtung durch Metalle hinzukommt. Zu dem vorhandenen Überstrahlungseffekt gesellt sich noch der Kontrasteffekt, wodurch geringere Schattenintensitätsabnahmen deutlicher hervortreten.

c) Orthoradiale Einstellung

Die allerorst gefundenen Definitionen über die orthoradiale Einstellung sind meistens irreführend. Immer wird angegeben, den Zentralstrahl parallel zu den Approximalflächen der Zähne zu führen: dabei wird allerdings der anatomischen Situation nicht Rechnung getragen.
Die Abbildung 3 aus MÜHLREITER (15) veranschaulicht das Gesagte.

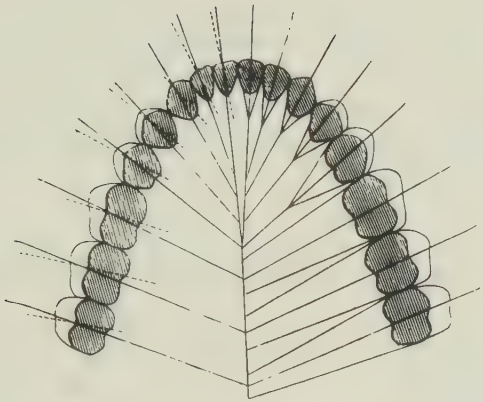


Abb. 3
Horizontalschnitt im Bereich der Schmelz-Zement-Grenze
aus MÜHLREITER (15)

Es ist in den meisten Fällen unmöglich, den Zentralstrahl zu beiden Seitenflächen des Zahnes orthograd zu führen, sondern die Einstellung wird so vorgenommen, daß der Achsenstrahl senkrecht zur Zahnachsenebene, d.h. "senkrecht auf die Tangente, die man sich an die betreffende Stelle des Zahnbogens angelegt denken kann", gerichtet ist. Dabei verlaufen die Röntgenstrahlen in fast gleicher Ausdehnung zu beiden Seitenflächen orthograd, womit nun für beide Seiten die besten Abzeichnungsflächen gefunden sind. Allerdings ist dabei die immer geforderte Einstellung - zu beiden Approximalflächen orthograd - nicht zutreffend.

Die orthoradiale Einstellung ist als Routine-Einstellung immer erforderlich, da es darauf ankommt, beide Seitenflächen möglichst verzerrungsfrei abzubilden, um bestehende Abänderungen im Seitenzahnbereich exakt diagnostizieren zu können. Es muß aber deutlich hervorgehoben werden, daß eine orthoradiale Einstellung nicht für alle Situationen bindend sein kann, sondern daß die Stellung des Zahnes oder die Lage des Defektes am Zahn die Strahlenführung maßgeblich beeinflußt.

2. Beschreibung der durchgeführten Aufnahme-Vergleichsuntersuchungen

a) Bißflügelprojektion

Aufnahmemethodik

Der von RAPER (20) empfohlenen Technik der Bite-wingfilms, die schon ausführlich beschrieben wurde, haftet ein grundsätzlicher Nachteil an. Durch den ca. 1 ois 1/2 cm breiten "Flügel", der in der Mitte des Filmes angebracht ist, läßt sich die gewünschte Lage zwischen Film und Objekt nicht immer optimal erreichen. Eine vorübergehende Fixierung des Filmes mit Hilfe des "Flügels" auf der oberen Zahnreihe hält ihn in der gewünschten Stellung; nach dem Schließen des Mundes bis zum Schlußbiß hat sich entweder durch die Zunge, durch den Mundboden oder durch den Gaumen die Lage des Filmes derart verändert, daß die Okklusionsebene nicht mehr parallel zum unteren sowie oberen Rand verläuft, sondern diagonal über dem Film. Somit entziehen sich immer die dem Filmrand nähergelegenen Abbildungen der exakten Beurteilung.

Da sich eine Kontrolle über die Lage des Films bei geschlossener Zahnreihe in keinem Falle durchführen läßt, kommt es darauf an, diese Methode insoweit zu modifizieren, daß nach endgültiger Applikation des Films mit größter Wahrscheinlichkeit angenommen werden kann, daß die Okklusionsebene in der Mitte - annähernd parallel zum oberen und unteren Rand - des Filmes verläuft. Es muß gewährleistet sein, daß die Zähne in Schlußbißstellung genau auf den "Flügel" aufbeißen; ferner muß der Flügel so geschaffen sein, daß ein starker Zug auf den Film ausgeübt werden kann, um ihn den Zahnreihen in richtiger vertikaler Stellung zu nähern.

Beide Forderungen werden dadurch erfüllt, daß anstelle des einen Flügels zwei jeweils dem Rand des Films genähert angebracht werden, und daß die Flügel aus durchsichtigem Tesa-Film-Band bestehen.

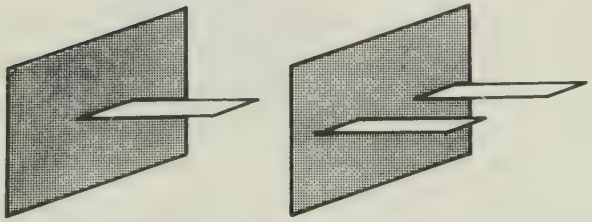


Abb. 4
Film mit einem "Flügel" nach RAPER (20), modifiziert mit zwei "Flügeln".

Das von vielen Autoren geforderte Leukoplastband ist ungeeignet, da es einen geringen Röntgenschatten widergibt, der sich gerade in den zu beurteilenden Gebieten befinden kann. Das Tesafilmband hingegen ist röntgenunsichtbar.

Nach Auflegen beider "Flügelenden" auf die untere Zahnreihe, sowie deren dortige Fixierung mit dem Finger, wird der Patient angewiesen, den Mund langsam zu schließen. Ist der Schlußbiß ereicht, so wird durch Zug am hinteren und vorderen Tesaband der Film an die Zahnreihe herangezogen; dadurch werden vertikale und horizontale Abweichungen ausgeglichen. Es ist angebracht, die "Flügel" nicht zu kurz zu wählen, da sonst ein Ziehen am hinteren Ende im distalen Kieferbereich unmöglich wird.

Bei sehr flachem Gaumen empfiehlt es sich, den Patienten nicht sofort den Mund schließen zu lassen, sondern kurz vor Erreichen des Schlußbisses durch wiederholten Schub und Zug am "Flügel" den Film in die gewünschte Lage zu bringen. Erst dann soll der Patient auf die nun relativ schlaffen Tesabänder beißen.

Aus folgenden Gründen wurde besonderer Wert auf die Parallelität zwischen Filmrand und Okklusionsebene gelegt:

1. Es genügen im anterioren und posterioren Seitenzahnbereich zwei Aufnahmen mit einem 3 x 4-Film.
2. Es sind sämtliche abgebildeten Zähne, sowie der Limbus alveolaris der Beurteilung zugänglich.
3. Es erübrigt sich der Gebrauch von Spezialfilmen, da auch bei tiefgreifenden marginalen Veränderungen der 3 x 4-Film befriedigende Ergebnisse liefert.

Die Aufnahmetechnik im Frontzahngebiet konnte nicht ver-

bessert werden. Durch die anatomischen Gegebenheiten ist es nicht möglich, den Film nahe genug an das Objekt heranzubringen, so daß sich auf Grund des großen Objekt-Film-Abstandes Verzerrungen ergeben, die eine genaue Befunderhebung nicht zulassen. Bei der Benutzung des 3 x 4-Films im Hochformat wird er beim Zusammenbeißen regelmäßig durchgebogen.

Es wurde nun der nächstkleinere Film (2 x 3) auf eine entsprechend große Aluminiumplatte, an der sich zwei Halter befinden (s.Abb. 5), angeklebt und die Aufnahmen derart durchgeführt, daß der Patient im Kopfbiß auf diese Halter beißt und dadurch den Film und somit die Platte im Munde fixiert.

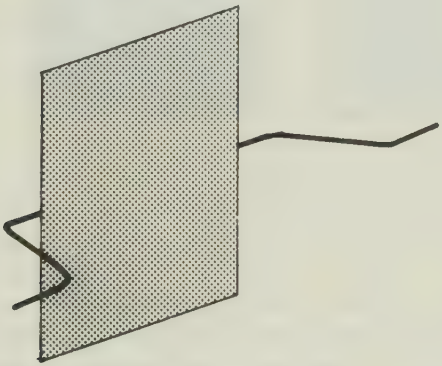


Abb. 5
Selbstgefertigter Filmhalter für Bißflügelaufnahmen im Frontzahngebiet.

Mit Hilfe der aus dem Munde herausragenden Griffe kann der Film der Zahnreihe genähert werden, doch ist es nicht möglich, den Filmhalter so zu placieren, daß sämtliche Verzerrungen ausgeschlossen sind.

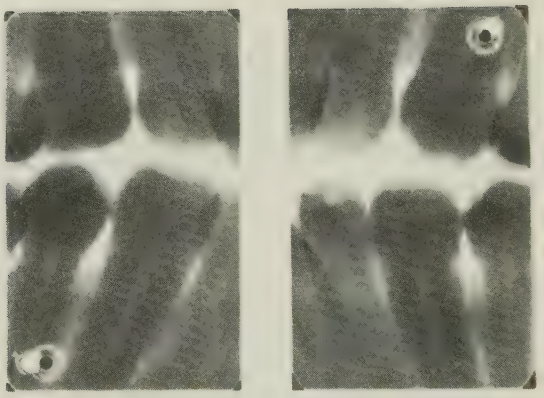


Abb. 6
Frontzahnaufnahmen mit dem beschriebenen Filmhalter.

Ein weiterer Nachteil ist die geringe Höhe des Films (3 cm), so daß wiederum aus der anatomischen Situation heraus sich eine vollständige Abbildung der oberen wie unteren Frontzahnkronen, einschließlich des Limbus alveolaris, verbietet.

Strahlenführung

Der Kopf des Patienten wird derart eingestellt, daß die Okklusionsfläche horizontal verläuft; dann wird der Zentralstrahl senkrecht auf die Filmebene gerichtet, der orthoradial verlaufen soll. Diese routinemäßig geforderte Einstellung ist insofern schwer zu erreichen, da nach dem Mundschluß die Wange eine direkte Sicht auf die Zahnreihe verhindert und daher eine wesentliche Orientierungsmöglichkeit verloren geht.

Doch gerade bei der Bite-wing-Technik ist die orthoradiale Einstellung unbedingt anzustreben, da einerseits die Approximalräume freiprojiziert werden und andererseits das Auftreten der sog. "Spindelkörper" vermieden werden soll. Es ist mithin größte Präzision zum Erreichen der orthoradialen Strahlenführung angebracht.

Eine exakte Auswertung der Röntgenbilder wird durch das Erscheinen der Spindelkörper erschwert; hinzu kommt, daß der Kontrasteffekt durch Kronen oder Füllungen bei den Bißflügelfilmen wesentlich intensiver ist, da beide Zahnreihen gleichzeitig abgebildet werden - folglich mehr strahlenundurchlässige Medien zur Abbildung gelangen. Das Vorhandensein mehrerer Füllungen in beiden Zahnreihen stellt eine Kontraindikation der Bißflügelaufnahmen dar, weil hier mit herkömmlichen Zahnaufnahmen bessere Resultate zu erzielen sind.

Ein Vorteil der Methode nach RAPER (20) muß noch erwähnt werden: Durch den geringen Objekt-Film-Abstand kann die Belichtungszeit prinzipiell verringert werden, so daß bei einzelnen Fragestellungen eine zusätzliche Bißflügelfilmaufnahme keine wesentliche Strahlenbelastung des Patienten darstellt.

Sämtliche Bißflügelaufnahmen wurden nach der oben beschriebenen Methode angefertigt.

b) Rechtwinkeltechnik

Auf eine ausführliche Beschreibung der Rechtwinkeltechnik kann an dieser Stelle verzichtet werden da die Methodik ausreichend bekannt ist.

Der Vorteil der Rechtwinkeltechnik besteht darin, daß durch die Filmfixierung einmal am Halter und dieser wieder am Röntgengerät eine Vereinfachung aller Einstellphasen erreicht ist, die es dem Behandler erlaubt, schnell die richtige Beziehung des Filmes zum Objekt zu finden. Es entfallen Überlegungen über imaginäre Hilfslinien, die die Abhängigkeit zur richtigen Einstellung darstellen. Mit der Rechtwinkeltechnik werden durch den Filmhalter - Zielstab bedingt "gezielte" und größengleiche Abbildungen erreicht.

Die üblicherweise geforderte orthoradiale Einstellung ist ein wesentliches Kriterium, das die Überlegenheit der Rechtwinkelmethode demonstriert. Durch den geöffneten Mund sowie durch die Verdrängung der Wange mit dem Filmhalter ist jederzeit eine gute Übersicht über die Zahnreihe möglich und eine orthoradiale Einstellung für ein Zahnpaar gewährleistet.

Schließlich muß noch erwähnt werden, daß zwei Aufnahmen mit dieser Parallelaufnahme-Methode ebenso schnell herzustellen sind, wie eine Bißflügelaufnahme.

Die Bevorzugung der Rechtwinkel- gegenüber der Bite-wing-Technik erklärt sich aus der jederzeit vornehmbaren Kon-

trolle über die Lage des Films im Munde. Es werden alle Wahrscheinlichkeiten über eine korrekte Objekt-Film-Beziehung vermieden; sie werden zu Sicherheiten erhoben, weil die Orientierung nicht von gedanklich zu rekonstruierenden Größen abhängig ist.

c) Die Halbwinkelmethode nach CIESZYNSKI-DIECK mit limbaler Strahlenführung

Auch hier erübrigt sich eine ausführliche Beschreibung der Aufnahmedetails.
Die Hauptmerkmale dieser Technik sind:

1. limbale und flache Strahlenführung,
2. herabgesetzte Belichtungszeiten.

Die Abzeichnung des Limbus alveolaris entspricht bei dieser Strahlenführung eher der Wirklichkeit, als bei der apikalen Einstellung, da hierbei die vestibulären sowie oralen Limbuslinien zu erkennen sind und die Wanderung der vestibulären Anteile kronenwärts nicht so ausgeprägt ist.

Zu Fehlbeurteilungen über das Ausmaß des pathologischen Geschehens kann es aber dennoch kommen, weil die Objektdetails weder längen- noch größengleich abgebildet werden; außerdem entzieht sich häufig die apikale Region der Beurteilung.

Die Nachteile dieser Methode sind die relativ schwierigen Einstellungsphasen, die sich aus der genauen Kenntnis der anatomischen Verhältnisse und aus gedanklich zu bildenden Hilfslinien zusammensetzen. Die von Fall zu Fall wechselnden anatomischen Situationen zwingen zu einer

individuellen Einstellung zu jedem Patienten. Es ist nicht möglich, sämtliche Einstellungsdaten exakt zu bestimmen, so daß eine a n n ä h e r n d richtige Filmlage sowie Röhreneinstellung angestrebt werden muß.

K A S U I S T I K :

Vergleichsuntersuchungen der empfohlenen Röntgenaufnahmemethoden sollen deren Wert für die Darstellung der interdentalen Kieferbereiche deutlich machen.

In der Abb. 7 sind eine normal belichtete Bißflügelfilmaufnahme, (a) eine mäßig überbelichtete Halbwinkelaufnahme (c) mit limbaler Einstellung und eine Rechtwinkelaufnahme (b) mit reduzierten Schwärzungsgraden zusammengestellt.

Die Bißflügelfilmaufnahme des Molarenbereiches zeigt in mehrfacher Hinsicht erwähnenswerte Bilddetails.
Das Septumplateau zwischen /6 und /7 ist gut begrenzt, eine doppelte Kontur, die dem vestibulären und oralen Rand zuzuordnen wäre, kann wegen der horizontalen Strahlenführung bei einem horizontal verlaufenden Plateau nicht erwartet werden. Die Information über die Lagebeziehung dieses Abschnittes zur Schmelzzementgrenze ist zuverlässig, sie entspricht in jeder Beziehung der realen anatomischen Situation, was am untersuchten Phantom leicht zu überprüfen ist. Die Zahnkronen zeigen keinen Spindelkörper, so daß die Einstellung in der Horizontalebene für diesen

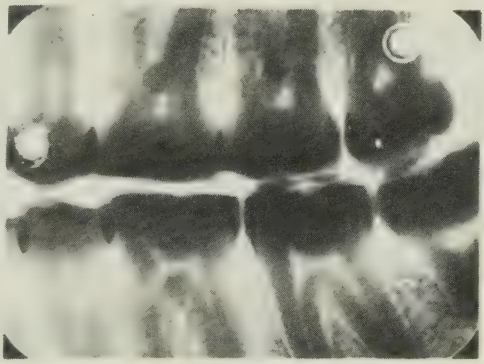


Abb. 7a
Bißflügelaufnahme am Phantom
(normal belichtet)

Abschnitt exakt gefunden worden sind.
Die Septumzeichnung zwischen /7 und /8 ist optimal, ein geringfügiger Spindelkörper wird die Diagnostik der kariösen Substanzdefekte dort nur unwesentlich erschweren.
Im Praemolarenbereich des Unterkiefers ist die limbale Region kräftig überstrahlt. Die hintere Kontur des /5 hört unter dem Schmelzmantel auf, um in eine diffuse Randzeichnung überzugehen. So entsteht der Eindruck eines zur Pulpa gerichteten Substanzdefektes, der sich bis zur weiter kaudal ansetzenden Knochenzeichnung erstreckt. Der interdentale Knochen ist zwischen /5 dorsal und /6 mesial abgestuft abgebildet.
Auf der mesialen Seite des 2. Praemolaren und noch mehr auf der distalen des 1. Praemolaren wird die Überstrahlung so kräftig, daß eine Orientierung nicht mehr möglich ist.
Für die Beurteilung kommt erschwerend hinzu, daß die überstrahlten Abschnitte eine Form aufweisen, die (mesial von /5) für die kariöse Substanzzerstörung typisch sind. Hier würde man wegen der unregelmäßigen Gestaltung und noch mehr wegen des hinzukommenden diffusen Überganges zur normal abgezeichneten Wurzel einen kariösen Prozess diagnostizieren.

Die Spindelkörper nehmen erwartungsgemäß zu. Die Verlaufsrichtung der Approximalflächen gestattet niemals in allen abgebildeten Zahnpartien eine überlagerungsfreie Abbildung der seitlichen Kronenanteile.
Die Praemolarenregion des Unterkiefers ist auf diesem Bild nicht zu beurteilen.

Wenngleich auch mit der Gegenüberstellung der Aufnahmen in der Abb. 7 allein die stets besser darzustellenden Unterkieferabschnitte diskutiert werden sollen, so erscheint es dennoch schon in diesem Zusammenhang sinnvoll auf die deutlich verschlechterte Abzeichnung der oberen Molarenregion hinzuweisen.

Während im Unterkiefer die Interdentalabschnitte zwischen /6, /7 und /8 bestens beurteilbar sind, fallen im gleichen Abschnitt des Oberkiefers die Überlappungen der Kronen zwischen /6 und /7 und die diffus auslaufende Septumzeichnung zwischen /7 und /8 auf.

Oberhalb des Spindelkörpers an den beiden vorderen Molaren ist vor allem die mesiale Wandzeichnung des /7 sublimbal überstrahlt.
Sowohl die Halbwinkel- als auch die Rechtwinkelaufnahme der unteren Molarenregion sind der Bißflügelfilmaufnahme im Hinblick auf die überlagerungsfreie Wiedergabe der Kronen zwischen /6, /7 und /8 auf keinen Fall unterlegen.
Sie sind sogar geeignet, die begrenzten diagnostischen Möglichkeiten im Gebiet des 2. Praemolaren und 1. Molaren, die für die Bißflügelfilmaufnahme genannt worden sind, nachzuweisen.

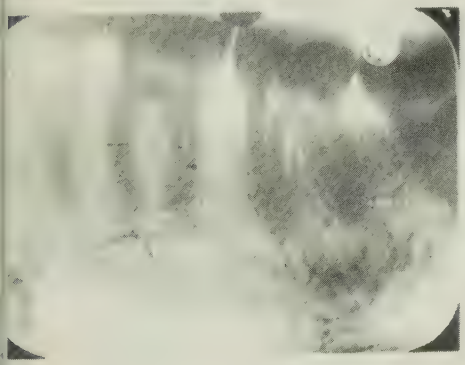


Abb. 7c
Rechtwinkelaufnahme am Phantom
(reduzierte Schwärzungsgrade)

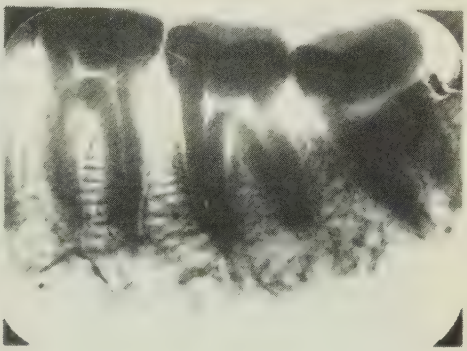


Abb. 7b
Halbwinkelaufnahme mit limbaler Projektion am Phantom
(mäßig überbelichtet)

Auf der Rechtwinkelaufnahme (Abb. 7b) verläuft die Septumlinie ohne Stufe von /4 bis /6. Sie ist bis zum Cavum pulpae des /6 zu verfolgen. Vergleicht man die Distanz zur Schmelzzementgrenze, dann zeigt sich in 7b die reale Lagebeziehung, während in 7a ein horizontaler Abbau neben der Stufenbildung zwischen /5 und /6 zusätzlich vorgetäuscht wird.
Der limbale Anteil wird auf der unterbelichteten Rechtwinkelaufnahme (Abb. 7b) deutlich verbessert zur Ansicht gebracht.

Bemerkenswert ist darüber hinaus vor allem die Wiedergabe dieser Region auf der Halbwinkelaufnahme mit limbaler Strahlenführung in Abb. 7c. Wiederum fehlt die Stufenbildung der Bißflügelaufnahme. Allein die Überstrahlungen der sublimbalen Wurzelanteile des /5 (dorsal) machen deutlich, daß die Anwendung herabgesetzter Schwärzungsgrade (Abb. 7b) die Information vervollständigt.

Danach ist für alle Aufnahmemethoden zu fordern, daß die Belichtungszeiten herabgesetzt werden müssen.

In der Abb. 8 sollen die Abzeichnungen des Interdentalabschnittes zwischen 1/ und /1 bei der Bißflügelfilmaufnahme (Abb. 8a) sowie bei der Rechtwinkel- (Abb. 8b) und der Halbwinkeleinstellung (Abb. 8c) mit limbaler Projektion verglichen werden.

Abb. 8a
Bißflügelaufnahme am Phantom für Darstellung der limbalen Region 1/1

Abb. 8b
Rechtwinkelaufnahme am Phantom für Darstellung der limbalen Region 1/1

Ganz abgesehen von den aufnahmetechnischen Hindernissen ist auch die Abzeichnung des Septums auf der Bißflügelaufnahme nicht beurteilbar, so daß diese Aufnahmemethode für die Frontzahngebiete rundheraus abgelehnt werden muß.

Vergleicht man die vertretbaren Projektionen, dann wird sich im vorliegenden Fall schwerlich die geeignetere Untersuchungsmethode bestimmen lassen.

Abb. 8c
Halbwinkelaufnahme mit limbaler Projektion am Phantom zur Darstellung der limbalen Region 1/1

Die limbale Einstellung könnte zweifellos noch eine verbesserte Objektwiedergabe erbringen, wenn man die Belichtungszeit fast um die Hälfte reduzieren würde. Dann wäre sie den Rechtwinkelaufnahmen noch vorzuziehen.

Danach ist prinzipiell zu fordern, daß im Frontzahnbereich ausschließlich Rechtwinkel- oder Halbwinkelaufnahmen (mit limbaler Einstellung) jedoch vorzugsweise letztere angewendet werden sollten.

Die exakte horizontale Strahlenführung der Bißflügelaufnahmemethode bietet theoretisch mehr als alle anderen Projektionen die Gewähr, daß die Interdentalabschnitte in richtiger Lagebeziehung zur Schmelzzementgrenze der Zähne abgebildet werden müßten.
Man muß sich bei der Einschätzung dieses Vorzuges der Tatsache erinnern, daß der Verlauf des vestibulären und oralen Randes des interdentalen und circumradikulären Knochens von der Stellung der Zähne im Kiefer abhängt. Der variable Achsenverlauf der Zähne bringt es mit sich, daß die vestibulären Anteile im Oberkiefer und Unterkiefer höher als die oralen gelegen sind.
Demzufolge müßte die vestibuläre Septumlinie auf der exakten Bißflügelaufnahme immer über der oralen abgebildet werden. Betrachtet man jedoch die Röntgenaufnahmen am Phantom (Abb. 9a und 9b), dann ergeben sich für beide Kiefer verschiedene Abzeichnungssituationen.

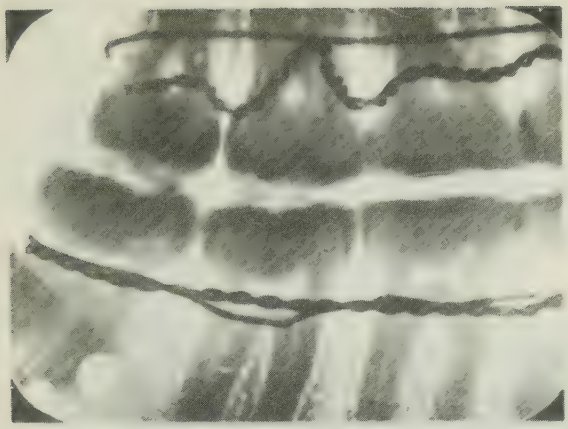


Abb. 9a

Bißflügelaufnahme am Phantom mit Markierung des oralen (verdrillter Draht) und vestibulären (einfacher Draht) Knochenrandes.

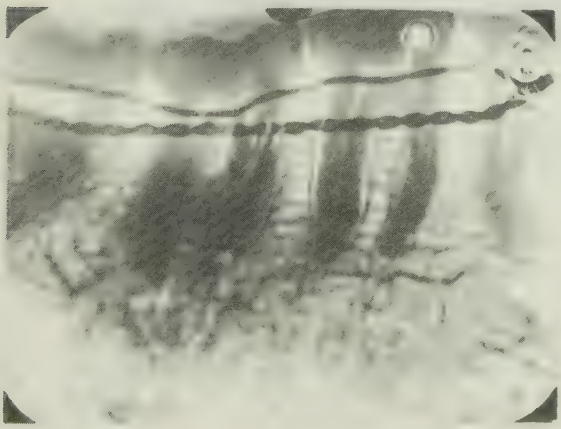


Abb. 9b

Rechtwinkelaufnahme am Phantom mit Markierung des oralen (verdrillter Draht) und vestibulären (einfacher Draht) Knochenrandes (Lokalisationsprojektion schräg von unten!)

Zu welchen Abzeichnungsvariationen die falsch angewendeten Untersuchungsmethoden führen können, wird dann am besten sichtbar, wenn ausschließlich mit völlig ungeeigneten Aufnahmedaten gearbeitet worden ist.

In der Abb. 10 ist das Bißflügelfilmbild (10b) überstrahlt, die Belichtungszeiten sind viel zu hoch, was vor allem an der sublimbalen Wandzeichnung der Unterkieferzähne (am meisten bei $\overline{5}$) zu erkennen ist.

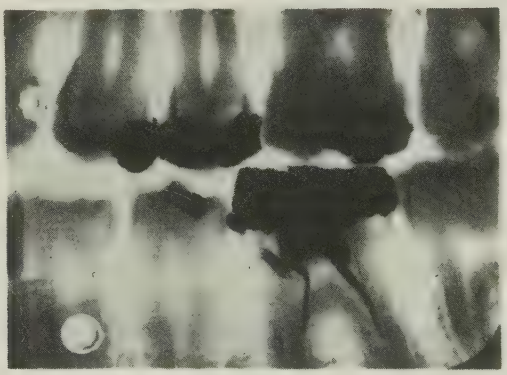


Abb. 10b
Bißflügelaufnahme mit viel zu hoher Belichtung.

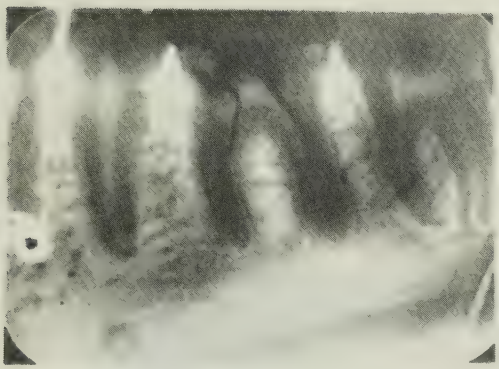


Abb. 10c

Halbwinkelaufnahme mit limbaler Projektion. Zu großer vertikaler Röhrenwinkel (zu sehr von unten).

Die Halbwinkelaufnahme (Abb. 10c) ist mit herabgesetzten Schwärzungsgraden und einem zu großen vertikalen Röhrenwinkel (zu sehr von unten) hergestellt worden. Das wird schon am rechten unteren Bildrand durch die Basalkompakta, die deutlich oberhalb des Randes verläuft, festgestellt. Dadurch werden auf dieser Aufnahme die vestibulären Anteile des vestibulären Knochenrandes projektivisch in der Richtung zur Zahnkrone verschoben. Zwischen den Molaren entspricht die deutliche horizontale Begrenzungslinie des Septumplateaus dem oralen Rand, der vestibuläre ist darüber zu erkennen. Dazwischen ist folglich das schräg durchstrahlte Plateau zu erkennen. Wird diese Linie nach mesial verfolgt, dann ergibt sich sogleich, daß sie bereits am Cavum pulpae des $\overline{6}$ aufhört, während die orale Limbuslinie bis zum vorderen Bildrand kontinuierlich zu konstantieren ist. Zwischen $\overline{4}$ und $\overline{5}$ ist die Abzeichnung des Plateau durch eine schwache und diffus nach okklusal ziehende Schattenverdichtung nach oben angedeutet.

Diese Anteile wären bei noch geringeren Belichtungszeiten auch im Praemolarenbereich noch besser zur Ansicht zu bringen gewesen.
Hier kann eine Fehlinterpretation der limbalen Knochenabbauvorgänge gar nicht ausbleiben, sofern man nicht die beurteilbaren Details in den komplett abgebildeten Interdentalbereichen zum Orientierungsausgangspunkt bekommt und nun versucht, davon ausgehend die limbalen Knochenpartien einzuordnen.

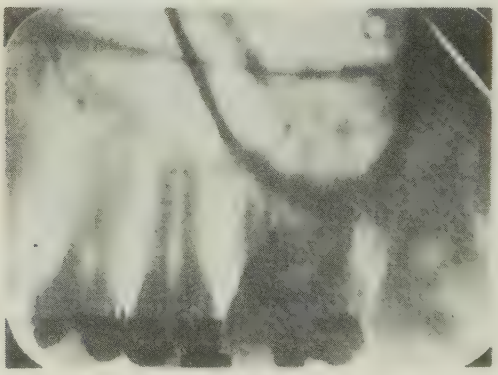


Abb. 10a
Rechtwinkelaufnahme. Viel zu großer vertikaler Röhrenwinkel (zu sehr von oben).

Die Rechtwinkelaufnahme (Abb. 10a), die unter absolut unvertretbaren Aufnahmebedingungen zustande gekommen ist, verfälscht die Situation noch mehr. Anhand mehrfacher Details läßt sich der vorliegende Fehler in der Aufnahmeanordnung leicht festlegen.
Die tief verlaufende latero-basale Nasenlinie und die dadurch bedingte geringe Distanz zwischen den begrenzenden Linien der Nase und der Kieferhöhle im Bereich der Umwölbungsstellen zum

Boden sowie der tief nach kaudal ziehende V-Schatten des Processus zygomaticus, der im vorliegenden Fall komplett wiedergegeben ist, und die erheblichen Ausmessungen der Okklusalflächen, welche durch die schwache Abzeichnung unter den Metallschatten sichtbar werden und kaudal in Abhängigkeit der gewählten Strahlenführung den bukkal gelegenen Anteilen entsprechen, lassen uns keinen Augenblick darüber im Zweifel, daß bei der orthoradialen Einstellung ein viel zu großer vertikaler Röhrenwinkel gewählt worden ist.
Im Hinblick auf die Abzeichnung der Interdentalbereiche wirkt sich dieser Einstellfehler besonders nachteilig aus. Die Septen sind dadurch projektivisch in der Richtung zur Zahnkrone und in die Länge gezogen, daß die vestibulären Knochenanteile nach kaudal projiziert werden.
Da die Belichtungszeiten gegenüber der normalen Zahnaufnahme mässig reduziert sind, ist die Abbildung der Septumspitzen kompletter, was besonders zwischen /4 und /5 erkannt werden kann.

Danach ist zu fordern, daß prinzipiell flache Strahlenführungen zu wählen sind. Vor der Beurteilung der interdentalen Verknochenbereiche muß an Hand der verwertbaren Bildmerkmale kontrolliert werden, ob diese Forderung eingehalten worden ist.

Solche Aufnahmefehler machen jede Orientierung deswegen unmöglich, weil es niemals möglich ist, die für die Verlängerung und für die Verkürzung der Interdentalbereiche maßgebenden Faktoren, die jedes Mal in variabler Beteiligung aus der Projektion und aus den Belichtungswerten resultieren, aus der Aufnahme herauszulesen. Sie können beide für die Verkürzung in Betracht kommen, andererseits ist es auch möglich, daß die überstrahlungsbedingte Verkürzung in unbeurteilbarem Ausmaß von der projektivischen Verlängerung kompensiert wird. Und dabei sind noch nicht einmal die Einflußmöglichkeiten auf die Interdentalzeichnung vollständig genannt, denn je schräger das Septumplateau durchstrahlt wird, desto eher können die vestibulären Anteile nicht zur Ansicht gelangen, weil einerseits

die Ausmessungen in der Strahlenrichtung zum vestibulären Rand abnehmen, und andererseits die Objekt-Filmentfernung daselbst zunehmen, was grundsätzlich zur Verminderung der beurteilbaren Schattenintensitätsabstufungen führen muß.

Daraus ist zu folgern, daß die Fehler der vertikalen Röhreneinstellung eine exakte Information unmöglich machen.

Die Vorzüge der Bißflügelfilmprojektionen, die in erster Linie durch die vertretbare Wiedergabe der Lagebeziehung zwischen den Septen und der Schmelzzementgrenze der Zähne gegeben sind, können sich allerdings auch insofern als Nachteile erweisen, als man nicht imstande ist, die räumliche Einordnung vorzunehmen. Im Hinblick auf die Beurteilung der interdentalen Abbauprozesse kann es nicht gleichgültig sein, ob sie neben, vor und hinter den Zähnen und ob sie gleichmäßig horizontal, stufenförmig, taschen-, trichter- oder treppenförmig gestaltet sind. Bemüht man sich darum, das Abbaugeschehen im Röntgenbild detailierter aufzuklären, dann wird sich mancher horizontale Abbau als gemischter Abbau mit allen möglichen Besonderheiten der Abbauebenen erweisen.
Das Röntgenbild kann uns in dieser Beziehung einen informativen Einblick verschaffen, der mit klinischen Untersuchungen niemals zu erreichen ist.

Für die räumliche Einordnung der interdentalen und circumradikulären Abbauvorgänge gelten die für räumliche Orientierungen maßgebenden Grundsätze selbstredend gleichermaßen. Da die optimale Projektionskombination mit zwei senkrecht zueinander geführten Einstellungen nicht in Betracht kommt, werden auch hier die Winkelvariationen in der Vertikalebene und die Orientierung über die projektionsbedingte Objektverschiebung auf der Grundlage der parallaktischen Gesetzmäßigkeiten zu ihrem Recht gelangen.

Das Vorgehen soll mit der Abb. 11 erläutert werden.

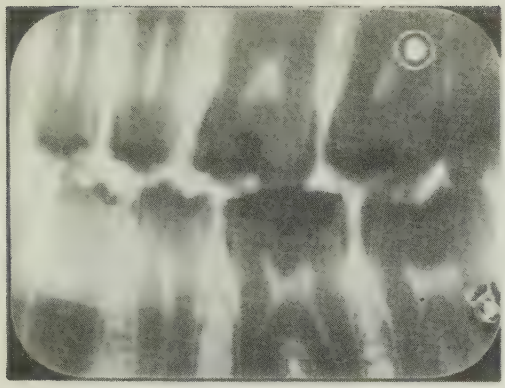


Abb. 11a

Bißflügelfilmaufnahme ohne reduzierte Schwärzungsgrade. Die räumliche Einordnung der Abbaulinien ist nicht möglich.

Auf der Bißflügelfilmaufnahme (Abb. 11a) ohne reduzierte Belichtungszeit sind allein im unteren Praemolarenbereich zwei Abbauebenen zu erkennen. Die Einordnung des vestibulären oder oralen Knochenrandes ist nicht möglich.

In der Abb. 11b verläuft der Zentralstrahl senkrecht zu den Zahnachsen, was durch die Zahnabbildung im Gebiet der Okklusionsebenen abzulesen ist. Eine etwas steilere Einstellung (mehr von unten) ist hier gewählt worden.

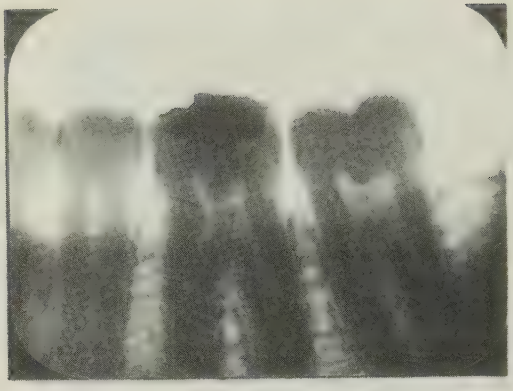


Abb. 11b

Halbwinkelaufnahme mit limbaler Projektion. Die räumliche Einordnung der Abbaulinien ist gegeben.

Die räumliche Einordnung kann an Hand der Bilder 11b und 11c erfolgen.

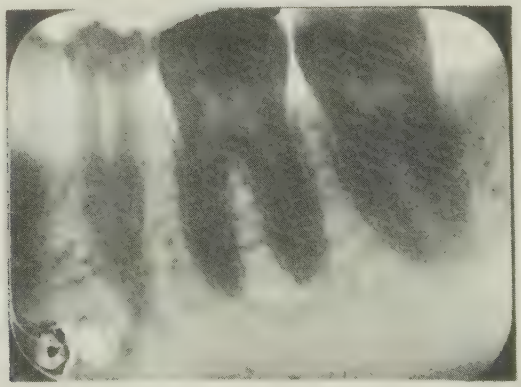


Abb. 11c

Rechtwinkelaufnahme. Die räumliche Einordnung der Knochenränder ist möglich, da eine von kaudal nach schräg oben gerichtete Projektion gewählt worden ist.

Betrachtet man den 2. Praemolaren, dann lassen sich dort eine zahnkronennahe schwache Knochenzeichnung mit einer deutlichen Begrenzung und einer weiter kaudal verlaufenden kombinierten Schattenverdichtung erkennen.
Mit der mehr von kaudal und schräg nach oben gerichteten Projektion in der Abb. 11c nimmt die Distanz zwischen beiden Begrenzungen zu. Der filmfernere vestibuläre Rand wird projektivisch weiter in der Richtung zur Zahnkrone verschoben, er nähert sich mehr der unteren Spitze des Schmelzmantels im Röntgenbild.
Damit ist zunächst nachgewiesen, daß der vestibuläre Rand kronennah und der orale Rand kronenferner abgezeichnet ist.
Die Lagebeziehung ist aus der Abb. 11b zu erkennen. Der vestibuläre Knochen ist geringfügig horizontal abgebaut, der orale Anteil liegt deutlich höher. Beide Abbauarten kennzeichnen den "horizontalen Knochenschwund". Da die Distanzen der Abbaulinie zwischen den Zähnen nur an den Zähnen annähernd gleichbleiben, kann davon ausgegangen werden, daß die Abbauebene beiläufig schräg verläuft.
Allein in der Abb. 11c ist bei $\overline{6}$ eine mesiale Knochentasche (= Seitenabbau) festzustellen.

Danach ist für die räumliche Einordnung der Abbaulinien prinzipiell die Herstellung einer senkrecht zu den Zahnachsen geführten Projektion und einer steilen Einstellung (im Unterkiefer von unten, im Oberkiefer von oben), Winkelvariationen nicht unter 10° zu fordern.

Im Molarenbereich lassen sich die beiden Linien in beiden Aufnahmen nicht mehr verfolgen.
Die angewendete Belichtungszeit war für die Praemolarenregion richtig und für die Molarenregion zu gering.

Danach ist für eine optimale Abbildung der knöchernen Abbauvorgänge prinzipiell die Anwendung optimaler Belichtungswerte für den Praemolaren- und Molarenbereich zu fordern.

In der Abb. 12 sind zwei Bißflügelfilmprojektionen zu sehen. In der Abb. 12a ist es zufälligerweise möglich, fast alle Interdentalbereiche, die in den meisten Abschnitten überlagerungsfrei zur Ansicht gelangen, zu beurteilen. Es versteht sich, daß dabei nicht nur die Strahlenführung (mehr!) sondern auch die Stellung der Zähne (weniger!) maßgebend ist.

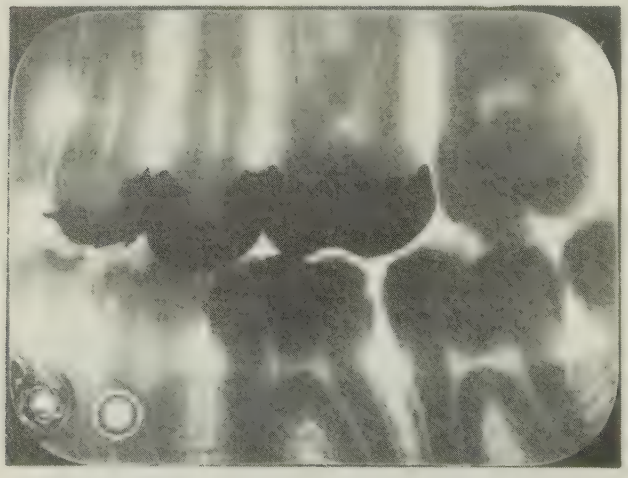


Abb. 12a

Bißflügelfilmaufnahme. Beurteilung der Interdentalräume gut möglich, da exakt horizontal eingestellt worden ist.

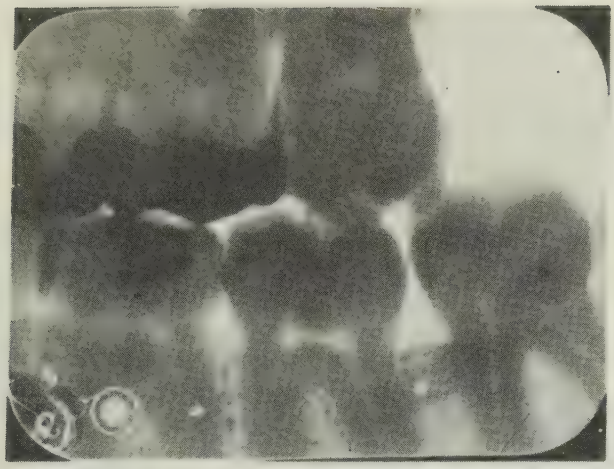


Abb. 12b

Bißflügelfilmaufnahme. Keine Beurteilungsmöglichkeit der Interdentalräume im Oberkiefer. (Unterkiefer von /6 nach /8)

In der Abb. 12b ist eine Diagnose im Oberkieferbereich nicht möglich. Im Unterkiefer ist die Information im Bereich des /6 distal bis /8 einschließlich verläßlich.

Danach ist zu fordern, daß der Zentralstrahl auf die zu untersuchende Region oder - bei der Abbildung einer größeren Zahngruppe - beiläufig auf die Mitte des zu untersuchenden Zahnabschnittes zu richten ist, ohne daß daraus mit Sicherheit eine überlagerungsfreie Abbildung größerer Zahnabschnitte abgeleitet werden kann.

In der Abb. 13 sind nun die drei Projektionen nur mit geringen Einstellfehlern angewendet worden. Sie sind dann allesamt imstande, beurteilbare Röntgenbilder zu ermöglichen.

In der Abb. 13a sind die Interdentalabschnitte überall überlagerungsfrei abgebildet. Die Wiedergabe der Lagebeziehung ist zweifellos als Vorzug dieser Projektion anzusehen. Trotz geringfügiger Überstrahlungen wird die Information ausreichen. Will man sich räumlich orientieren, dann ist eine zweite Aufnahme nach den vorher gegebenen Empfehlungen anzuschließen.

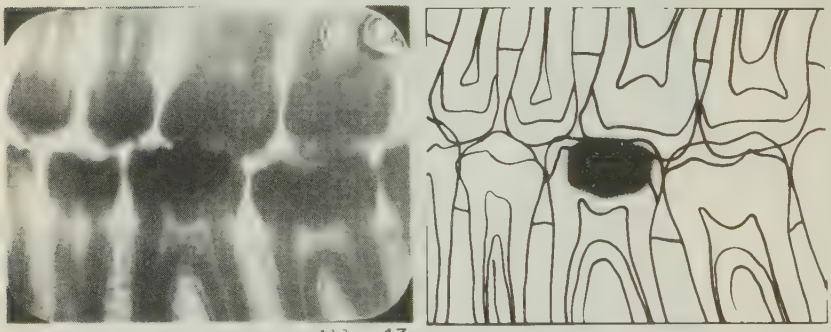


Abb. 13a

Bißflügelfilmaufnahme. Interdentalräume sind gut zu beurteilen. Eine räumliche Einordnung der Knochenränder ist allein mit dieser Aufnahme nicht möglich.

Die etwas zu steile Rechtwinkelaufnahme (Abb. 13b) zeigt die Details im Unterkieferabschnitt sogar noch verbessert. Sie ist sicherlich für die Abbildung der Interdentalabschnitte schon deshalb mit vollem Recht zu empfehlen, weil sie bei routinemäßiger Anwendung und mit herabgesetzten Belichtungszeiten jederzeit eine optimale Objektabbildung garantiert. Sollten sogar noch die Strahlenführungen senkrecht zum Zahn verlaufen, was an Hand des Haltestabes leicht zu kontrollieren wäre, dann wird man Bißflügelfilmaufnahmen nicht so nachdrücklich empfehlen wie diejenigen, die entsprechend ihrer Ausstattung nicht imstande sind, Rechtwinkelaufnahmen herstellen zu können.

Abb. 13b

Rechtwinkelaufnahme. Die räumliche Einordnungsmöglichkeit der Knochenränder sowie die Beurteilung der Interdentalbereiche sind gut möglich.

Limbale Einstellungen (Abb. 13c) sind ebenfalls geeignet, die Details der Interdentalbereiche mit ausreichender Deutlichkeit zur Ansicht zu bringen.

Abb. 13c

Wie 13b = nur: Halbwinkelaufnahme mit limbaler Projektion.

Danach ergibt sich, daß die Bißflügelfilm-, Halbwinkel- und Rechtwinkelprojektionen für die Darstellung der Interdentalregion geeignet sind, sofern die Aufnahmeempfehlungen einigermaßen eingehalten werden.

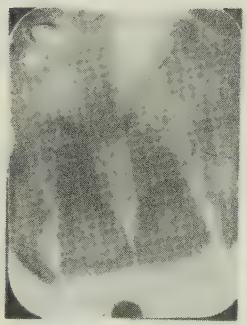
Die Abb. 14 zeigt, daß die verringerte Belichtungszeit für die Darstellung der Interdentalbereiche im oberen Frontzahngebiet erheblich reduziert werden können.
Wenngleich die anderen Objektdetails mehr und mehr der Beurteilung entgehen, so bleibt die Tatsache, daß verringerte Belichtungszeiten die Septumzeichnung im limbalen Abschnitt verbessern, uneingeschränkt bestehen.

Danach ist zu folgern, daß die Reduzierung der Belichtungszeit im Frontzahngebiet erheblich sein kann.

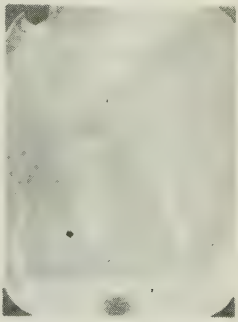
0,5 sec

0,4 sec

0,32 sec



0,2 sec



0,16 sec

Abb. 14

Variationsmöglichkeiten der
Belichtung im Frontzahnbereich.

D I S K U S S I O N

Das Ziel dieser Arbeit war die vergleichende Untersuchung der Bissflügelfilmaufnahmen, der limbalen Projektionen und der sog. Parallelaufnahmen im Hinblick auf die optimale Darstellung des Limbus alveolaris sowie des Interdentalraumes. Herausragender Gegenstand der Untersuchungen waren die marginalen knöchernen Abbauprozesse.

Das Hauptindikationsgebiet der Bissflügelfilmaufnahmen stellt die Befunderhebung sowie die Diagnose der marginalen Parodontopathien mit sämtlichen destruktiven Veränderungen am Limbus alveolaris und die röntgenologische Nachweisung der Approximalflächenkaries dar. Das verwertbare Röntgenbild soll einen ausreichenden Überblick über die vorliegenden Abänderungen geben, es soll die Situation unverfälscht und annähernd rekonstruierbar wiedergeben.

Als Hilfsmittel zur Diagnostik der Abbauprozesse am Zahn soll die Bite-wing-Technik das röntgenologische Optimum darstellen. Die parallele Lage des Filmes zum Objekt, die geringe Film-Objekt-Distanz und die dadurch bedingte Herabsetzung der Belichtungszeit sowie die Abbildung beider Zahnreihen auf einem Film sollen die Überlegenheit dieser Methode demonstrieren.

Zur Aufnahmetechnik mit den Bissflügelfilmen muss bemerkt werden, daß die Forderung nach paralleler Lage des Filmes zum Objekt nicht exakt eingehalten werden kann, da der Film nach dem Schliessen des Mundes auf Grund der anatomischen Gegebenheiten in eine Position geraten kann, die keineswegs der gewünschten Lage entsprechen muß.

Aus diesem Grunde ist es besser, die zur Aufnahme verwendeten Filme mit zwei "Flügeln" aus Tesa-Film-Band zu versehen, um

dadurch eher eine gewisse Parallelität und somit eine möglichst größengleiche und verzerrungsfreie Abbildung sämtlicher Bilddetails erhalten zu können.

Um das Ausmaß eines Knochenabbaues annähernd richtig wiedergeben zu können muß eine flache Strahlenführung gefordert werden.

Die richtige Lagebeziehung der einzelnen Bilddetails ist durch eine flache Strahlenführung gewährleistet. Die exakte Einhaltung dieser Forderung ist zu kontrollieren.

Sollten der orale und vestibuläre Limbus beiläufig in der Strahlenrichtung liegen, dann ist eine zweite Aufnahme mit einer steileren Einstellung, bei der der vertikale Röhrenwinkel minimal verändert worden ist, anzufertigen.

Bevorzugte Aufnahmeobjekte sind das anteriore und posteriore Seitenzahngebiet. Zur Diagnose marginaler Abbauprozesse sollen nach SONNABEND (24) auch im Frontzahnbereich Bißflügelfilmaufnahmen zur Anwendung gelangen. Aus den angefertigten Röntgenbildserien wird deutlich, daß eine ausreichende Information mit dieser Methode im Frontzahnbereich nicht gegeben ist.

Einerseits werden durch das Durchbiegen der Filme Objektverzerrungen hervorgerufen. Die Anwendung starrer Filmhalter hat zu nur geringgradiger Verbesserung der Abbildungen geführt.

In einer späteren Veröffentlichung empfiehlt SONNABEND (25) ebenfalls die Halbwinkelmethode mit limbaler Einstellung ohne Filmhalter im Frontzahngebiet, da auch nach seiner Erfahrung die Bildresultate besser als bei der Bite-wing-Technik sind.

Der Zeitaufwand für die Anfertigung zweier Rechtwinkelaufnahmen ist kaum größer als für die Herstellung einer Bißflügelfilmaufnahme.

Bei der Durchsicht der angefertigten Röntgenbilderserien kann zunächst festgestellt werden, daß die Bißflügelfilmaufnahmen den anderen Methoden in keinem Fall deutlich überlegen sind.
Lediglich die Information über die Lagebeziehung zur Schmelz-Zement-Grenze ist fast ausnahmslos zuverlässiger.

Wird jedoch angestrebt, sich über die Abbauvorgänge genauer zu informieren, dann sind die eben genannten Vorzüge flacher Strahlenführungen der Information oft insofern hinderlich, als die vestibulären und oralen Septumanteile übereinanderprojiziert werden. Wenngleich auch alle Regeln der projektivischen Objektverschiebung berücksichtigt werden, so dürfte es in den meisten Fällen kaum gelingen, selbst bei einer getrennten Abzeichnung der Septumlinien die räumliche Einordnung verlässlich vorzunehmen.
Hierzu bedarf es einer informierenden zusätzlichen Aufnahme mit steilerem vertikalen Röhrenwinkel, um somit auf der Grundlage der parallaktischen Objektverschiebungen die räumliche Situation in diesem Abschnitt analysieren zu können.
Fast immer gelingt es dann, die angrenzenden Abschnitte - von der Orientierungsaufnahme einer Region ausgehend - einzuordnen.

Die Forderung nach flacher Strahlenführung wird bei der Bitewing-Technik in jedem Fall erfüllt. Eine Variation der vertikalen Röhreneinstellung verbietet sich, da es so zu Überlagerungen der Kronenanteile kommt, was mit einer verschlechterten Einblicknahme einhergeht. Die Auswertung der angefertigten Bilder macht aber deutlich, daß geringgradige vertikale Einstellwinkel (im Unterkiefer mehr von unten, im Oberkiefer mehr von oben) zur räumlichen Orientierung vorteilhaft sind. Hierfür ist die Rechtwinkeltechnik die Aufnahmemethode der Wahl.

Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß zunehmende vertikale Röhrenwinkel bei der Recht- und Halbwinkeltechnik andere Fehlerquellen mit sich bringen.

Eine für alle Aufnahmemethoden geltende Forderung muß mit Nachdruck erhoben werden. Die Schwärzungsgrade sind prinzipiell zu reduzieren, da eine auf die apikale Region abgestimmte Belichtungszeit zu Überstrahlungen führt.

Die unterschiedliche Gestaltung der Septen in den einzelnen Zahnabschnitten, die wechselnden Ausmessungen in der Strahlenrichtung und die individuell variierenden Gegebenheiten vielfältiger Ursachen zwingen zu einer abschnitts- und fallweise differenzierten Wahl der Schwärzungsgrade.

Sie werden prinzipiell im Frontzahnbereich kräftig zu vermindern sein, um die hier regelmässig anzutreffenden Überstrahlungseffekte weitgehend auszuschalten.
Während in dem Praemolarengebiet mit einer geringfügig verminderten Belichtungszeit optimale Objektabbildungen erzielt werden, müssen die sonst üblichen Belichtungswerte für den posterioren Kieferbereich beibehalten werden. Von dieser Regel wird in Abhängigkeit der bestehenden Situationen nur auf der Grundlage der unzureichenden Objektdetails im ersten Bild fallweise abzuweichen sein.

Nach der Auswertung der Untersuchungsergebnisse kann festgestellt werden, daß bei einer Reduzierung der Belichtungszeiten alle drei Aufnahmemethoden (Bißflügelfilm-, Rechtwinkel- und Halbwinkeltechnik) verwertbare Darstellungen sämtlicher Abbauprozesse im Seitenzahnbereich erbringen. Soll die Diagnostik durch eine räumliche Einordnung der Abbaulinien erweitert werden, dann erweisen sich die limbalen Projektionen und Parallelaufnahmemethoden überlegen.

Der berechtigten Forderung von SONNABEND (25) nach einem Parodontal-Bißflügelstatus kann nicht unabdingbar entsprochen werden, da so nicht alle diagnostischen Möglichkeiten ausgeschöpft sind. Der Hinweis, daß sich die Parallelprojektionen nicht durchsetzen konnten, vermag die Empfehlung nicht zu beeinflussen.

Es ist nach eigener Auffassung vielmehr angezeigt, die Rechtwinkel- oder Halbwinkeltechnik (mit limbaler Einstellung) zu wählen, da hier bei einer absolut ausreichenden Detailerkennbarkeit die räumliche Orientierung zusätzlich möglich ist.

Der Aussage von FRÖHLICH (2), daß der Zentralstrahl parallel zur Abbauebene verlaufen soll, muß angefügt werden, daß erst das Röntgenbild den Befund der Abbauebenen erbringt, denn erst mit der exakten räumlichen Einordnung der Abbaulinien kann auch der Verlauf der "Abbauebene" festgelegt werden.

Zu der von v.RECKOW (22) empfohlenen Aufnahmetechnik des Frontzahngebietes kann ergänzt werden, daß zur Abbildung der einzelnen Abschnitte des oberen Frontzahnbereiches Filmhalter angewendet werden sollten. v.RECKOW (22) benutzt einen Korkfilmhalter.

Nach diesen Darlegungen ist unschwer zu entnehmen, daß die Wahl der Aufnahmemethoden durchaus Spielraum beinhaltet. Bedeutungsvoll ist die prinzipiell erforderliche Herabsetzung der Schwärzungsgrade, weil sonst die zu beurteilenden Details völlig entstellt oder gar nicht abgebildet sind.

ZUSAMMENFASSUNG

Im allgemeinen Teil werden die geläufigsten Projektionen für intraorale Aufnahmen in der zahnärztlichen Röntgenologie besprochen, wobei gleichzeitig die Meinungen der Autoren auf die verschiedenen Methoden dargelegt werden.

Durch die besondere Empfehlung der Bißflügelfilmaufnahmen entsteht der Eindruck, daß diese Aufnahmetechnik allein geeignet sei, die marginalen Veränderungen in besonders eindrucksvoller Weise darzustellen.

Mit Hilfe dieser Arbeit sollte die Frage beantwortet werden, ob die Bite-wing-Technik tatsächlich den sonst angewendeten Aufnahmemethoden überlegen ist, es sollten die Grenzen und Möglichkeiten aufgezeigt werden.

Es werden in der Systematik der Abbauprozesse die zu erwartenden Abzeichnungen des pathologisch abgeänderten marginalen Parodontiums vorgestellt.

Nach der Besprechung der zum Vergleich herangezogenen Projektionsmethoden wird deutlich, daß schon bei der Aufnahmetechnik mit den Bißflügelfilmen besondere Schwierigkeiten bestehen, die niemals mit Sicherheit auszuschließen sind. So ist eine exakte horizontale Einstellung, die eine überlagerungsfreie Abbildung gewährleistet nur durch Zufall zu erreichen.

Eine Möglichkeit der Darstellung des Limbus alveolaris im Frontzahnbereich besteht nicht.

Die Auswertung der angefertigten Röntgenbilder zeigt, daß alle drei Projektionen zur Darstellung der Interdentalräume, sowie der anschließenden Knochenränder geeignet sind, daß aber im Hinblick auf die räumliche Einordnung der Abbaulinien die Bißflügelfilme ungeeignet sind. Die projektionsbedingte

Überlagerung des oralen mit dem vestibulären Limbus macht diesen Nachteil deutlich. Durch geeignete Wahl des vertikalen Röhrenwinkels, die nur mit der Rechtwinkel- und Halbwinkelmethode (mit limbaler Einstellung) möglich ist, gelangt man zu Aufnahmen, bei denen eine räumliche Orientierung auf der Basis der parallaktischen Gegebenheiten besteht.

Massgebend für ein Röntgenbild mit guter Beurteilbarkeit der Interdentalräume sind die herabgesetzten Schwärzungsgrade, die meistens im einschlägigen Schrifttum unzureichend besprochen werden.

Es hat sich gezeigt, daß nur bei exakter Einstellung in der Horizontal- sowie Vertikalebene (nur bei der Rechtwinkel- und Halbwinkelmethode mit limbaler Einstellung möglich) und bei herabgesetzter Belichtungszeit eine ausreichende Darstellung der marginalen Parodontopathien möglich ist, und daß diese Genauigkeit immer streng eingehalten werden muß, da eine alleinige klinische Untersuchung keine erschöpfende Auskunft auf die bestehende Ausdehnung des Krankheitsbildes gibt.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. CIESZYNSKI, A. — Zahnärztliche Röntgenologie und klinische Zahnheilkunde im Röntgenbild. Verlag Johann Ambrosius Barth Leipzig, 2. Auflage (1926)

2. FRÖHLICH, E. — Grenzen und Täuschungen bei der röntgenologischen Darstellung marginaler Zahnbetterkrankungen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 11, 6, 225 (1956)

3. FRÖHLICH, E. — Die röntgenologische Diagnose der marginalen Zahnbetterkrankungen und ihre klinische Auswertung. Deutscher Zahnärztekalender 1956 Carl Hanser Verlag München.

4. HÄUPL, K. und LANG — Marginale Paradentitis. I, Berlin 1927

5. HARNDT, E. — Das Röntgenbild des Alveolarkammes. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 12, 1635 (1957)

6. HARNDT, E. — Paradentitis und Paradentose. I, München 1950.

7. HIELSCHER, W. — Winkelhalbierungs- oder Rechtwinkeltechnik. Zahnärztliche Welt 9, 693 (1954)

8. HIELSCHER, W. — Parallelaufnahmeverfahren bei enoralen Zahnaufnahmen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 10, 601 (1955)

9. HIELSCHER, W. — Ein Beitrag zur Terminologie und Systematik in der dentalen Röntgenologie. Das Deutsche Zahnärzteblatt 12, 601 (1958)

10. JUNG, T. Möglichkeiten und Grenzen der Röntgenuntersuchung mit Bissflügelfilmen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 15, 350 (1960)

11. KANTOROWICZ, A. Tagesfragen der chirurgischen, konservierenden und technischen Zahnheilkunde. Berlinische Verlagsanstalt 1929

12. KEMPFLE, B. Die Bedeutung der Belichtungszeit des Röntgenbildes anhand einiger Beispiele. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18, 1300 (1963)

13. Le MASTER, C.A. A Modification of Technic for Radiographing Upper Molars. J.A.D.A. 8, 328 (1921)

14. MATHIS, H. und HIELSCHER, W. Einführung in die zahnärztliche Röntgenologie. Berlinische Verlagsanstalt G.m.b.H (1962)

15. MÜHLREITER, E. Anatomie des menschlichen Gebisses. Arthur Felix Verlag Leipzig 1912

16. NOSSEK, H. Der normale Verlauf des alveolären Knochenrandes im Röntgenbild und seine Abgrenzung von pathologischen Veränderungen. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, 38 (1959)

17. NOTTELMANN, HJ. Eine kritische Stellungnahme zur Röntgendiagnostik des Limbus alveolaris. Inaugural Dissertation 1965

18. PARMA, C. Zahnärztliche Röntgendiagnostik. Verlag Urban und Schwarzenberg 1929

19. PORDES, F. Die Periodontitis im Röntgenbild. Östrr. Ztschr. f. Stomat. 18, 127 (1920)

20. RAPER, H. Practical clinical preventive dentistry based upon periodic roentgen-ray examinations. J.Amer.dent.Ass. 12, 1084 (1924)

21. v. RECKOW, J.F. Das marginale Paradentium und das Röntgenbild. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde 7, 292 (1940)

22. v. RECKOW, J.F. Das intraorale Röntgenbild und seine Auswertung. Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Vorträgen Carl Hanser Verlag München.

23. SCHULTE, W. Das marginale Parodontium des Oberkiefers im Röntgenbild. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 12, 616 (1957)

24. SONNABEND, E. Die Bedeutung des Röntgenbildes für den approximalen Raum. Deutscher Zahnärztekalender 1965

25. SONNABEND, E. Zur Verbesserung des Röntgenstatus bei Parodontopathien. Dtsch. zahnärztl. Zschr. 21, 217 (1966)

26. WESKI, O. Die praktische Bedeutung des zahnärztlichen Röntgenstatus. Zahnärztl. Rdsch. 29, 333 (1920)

27. WESKI, O. Röntgenologisch-klinische Betrachtungen. Vierteljahresschrift f.Z.H.K. 37 (1921)

Herrn Professor Dr. W. H i e l s c h e r danke ich für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die Mühe bei der Kontrolle der Versuchsreihen und des erzielten Bildmaterials.

Mein Dank gilt auch Herrn Lerch für die Anfertigung der Photoarbeiten und für die Zeichnungen in dieser Arbeit.

L e b e n s l a u f

Am 15.8.1940 wurde ich, Christian KELLER, als Sohn des Textilingenieurs Rudolf Keller und seiner Ehefrau Dr.med.dent. Ilse Keller in Bolkenhain in Schlesien geboren.
1945 flüchteten wir aus Schlesien und wurden nach Wurzen in Sachsen evakuiert. Dort besuchte ich ab 1947 die Pestalozzi Schule.
1951 flüchteten wir nach West-Berlin. Ich ging hier noch ein Jahr auf die Nikolsburger Schule und besuchte ab 1953 die Friedrich Ebert Schule, in der ich 1960 mein Abitur machte.

Im Mai 1960 wurde ich in der Freien Universität Berlin, Fachrichtung Zahnmedizin immatrikuliert. Im Frühjahr 1963 legte ich die zahnärztliche Vorprüfung ab und beendete im Frühjahr 1966 mit dem Staatsexamen mein Studium.

Seit Herbst 1966 bin ich als Assistent in der chirurgischen Abteilung der Poliklinik und Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten der Freien Universität Berlin tätig.